

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

КИЕВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА

В. В. Чабан, Б. Ф. Пипа, А. К. Прокопенко

**ВЛИЯНИЕ СМАЗКИ И МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩИХ
НАНОТЕХНОЛОГИЙ НА ПОВЫШЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ
ВЯЗАНИЯ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН**

Учебное пособие

Рекомендовано Ученым советом Киевского
национального университета технологий и дизайна
для студентов инженерной специальности
дневной и заочной форм обучения

К и е в
КНУТД
2 0 1 4

УДК 677.055:621.89

ББК 37.24-5

Ч-12

Рекомендовано Ученым советом Киевского национального университета технологий и дизайна как учебное пособие для студентов инженерных специальностей дневной и заочной форм обучения
(Протокол №7 от 26 марта 2014)

Рецензенты:

Параска Г. Б. – д-р техн. наук, проф., проректор по научной работе Хмельницкого национального университета.

Сурьянинов Н. Г. – д-р техн. наук, проф., проф. кафедры динамики, прочности машин и сопротивления материалов Одесского национального политехнического университета.

Чабан В. В.

Ч-12 Влияние смазки и металлоплакирующих нанотехнологий на повышение эффективности работы механизмов вязания вязальных машин: учебное пособие / В. В. Чабан, Б. Ф. Пипа, А. К. Прокопенко. – К.: КНУТД, 2014. – 176 с. На рус. языке.

ISBN 978-966-7972-13-4

Учебное пособие предназначено для студентов инженерных специальностей. Содержание пособия отвечает учебным программам указанных дисциплин.

В учебном пособии рассмотрены вопросы влияния смазки на эффективность работы узлов и механизмов, в том числе и механизмов вязания вязальных машин. Влияние смазки на долговечность работы пар трения. Представлены разработки новых конструкций рабочих органов, а также влияние металлоплакирующих нанотехнологий на повышение эффективности работы механизмов вязания.

УДК 677.055:621.89

ББК 37.24-5

ISBN 978-966-7972-13-4

© В. В. Чабан, Б. Ф. Пипа,

А. К. Прокопенко, 2014

© КНУТД, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Современной тенденцией трикотажного машиностроения является совершенствование конструкций узлов и механизмов вязальных машин и автоматов, направленное на повышение эффективности их использования в производстве (повышение производительности и качества выпускаемого трикотажного полотна и готовых изделий).

Одним из вопросов, требующих дальнейшего изучения, с целью совершенствования вязальных машин, является вопрос повышения эффективности смазки механизмов вязания.

Совершенствование смазки механизма вязания трикотажной машины до настоящего времени осуществлялось путем разработки более эффективных устройств смазки пар трения механизма вязания, а также разработки новых смазочных материалов.

Как показывают исследования, повышение эффективности смазки механизма вязания вязальных машин может быть достигнуто также путем совершенствования конструкций рабочих органов механизма вязания (игл, штег, клиньев) и самого механизма. Однако этим вопросом практически никто не занимался.

Учитывая вышеизложенное, учебное пособие посвящено анализу влияния смазки и металлоплакирующих нанотехнологий на работу узлов трения механизмов вязания вязальных машин и разработке новых конструкций рабочих органов механизма вязания, способствующих повышению эффективности его работы.

Учебное пособие предназначено для изучения учебных дисциплин “Детали машин”, “Прикладная механика” и “Машины легкой промышленности”, а также для самостоятельной работы над этими дисциплинами. Содержание пособия отвечает учебным программам указанных дисциплин.

В учебном пособии рассмотрены вопросы влияния смазки на эффективность работы узлов и механизмов, в том числе и механизмов вязания вязальных машин: дан обзор конструкций систем смазки механизмов; влияние смазки на нагрузки в механизме вязания; влияние смазки на долговечность работы пар трения; влияние смазки на мощность, потребляемую механизмом вязания; представлены разработки новых конструкций рабочих органов, способствующих повышению эффективности смазки механизмов вязания.

Заключительный раздел посвящен оценке влияния металлоплакирующих нанотехнологий на повышение эффективности работы механизмов вязания.

Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам:

Георгию Борисовичу Параске – доктору технических наук, профессору, проректору по научной работе Хмельницкого национального университета и **Николаю Георгиевичу Сурьянинову** – доктору технических наук, профессору кафедры динамики, прочности и сопротивления материалов Одесского национального политехнического университета за ряд полезных замечаний и рекомендаций, сделанных при рецензировании рукописи учебного пособия.

РАЗДЕЛ 1

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ СИСТЕМ СМАЗКИ МЕХАНИЗМОВ ВЯЗАНИЯ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

1.1. Обзор вязальных машин с эффективной системой смазки механизма вязания

В настоящее время в связи с увеличением скорости вязания вязальных машин все большее внимание уделяется процессу смазки механизма вязания. Поэтому все ведущие фирмы трикотажного машиностроения оснащают современные вязальные машины специальными системами смазки, обеспечивающими эффективность процесса смазки механизмов машины, в том числе и механизма вязания.

Фирма Bentley (Англия) практически все типы кругловязальных машин оснащает централизованной смазкой механизмов. При этом первостепенное внимание уделяется смазке механизма вязания:

- однофонтурная кругловязальная машина Variknit [74], предназначенная для вязания гладких и уточных переплетений, а также для начесного и плющевого полотна, оснащена системой смазки типа Electros pray с 10 точками смазки;

- однофонтурные кругловязальные машины мод. 2TF, 4TS, TTF и TP [129], предназначенные для изготовления плюшевых и ажурных полотен, снабжены системой автоматической смазки с распылением.

Фирма Allentone (Англия) выпускает однофонтурные и двухфонтурные кругловязальные машины мод. Altex [141], в которых смазка рабочих органов механизма вязания (иглы, платины, клинья) осуществляется автоматически от централизованной системы смазки.

Фирма Wildt Mellor Bromley (Англия) является одной из ведущих фирм трикотажного машиностроения мира. Выпускаемые фирмой машины

оснащены эффективной системой смазки механизма вязания:

- кругловязальные машины мод. RTM, RTM-3, RTHM [170], предназначенные для изготовления верхнего трикотажа, оборудованы устройствами аэрозольной смазки механизма вязания;

- двухфонтурная вязальная машина RTR 33 M, предназначенная для выпуска купонов верхних трикотажных изделий, имеет централизованную смазку узлов, в том числе и механизма вязания [148];

- двухфонтурная кругловязальная машина мод. RTR/МИ 10-16 кл. [139], предназначенная, для изготовления верхнего трикотажа, оснащена автоматической системой смазки рабочих органов механизма вязания (иглы, платины, клинья и др.);

- двухфонтурная кругловязальная машина мод. LMHS [134], предназначенная для вязания верхнего интерлочного полотна, имеет централизованную систему смазки механизмов, включая механизм вязания;

- высокоскоростная однофонтурная кругловязальная машина мод. TTF [171], предназначенная для выработки футерованного полотна для бельевых, детских и спортивных изделий, оснащена системой автоматической смазки механизма вязания.

Кругловязальные машины фирмы Camber International Ltd (Англия) оснащены современными системами смазки механизма вязания:

- однофонтурная кругловязальная машина типа Cheminit 18-36 кл. [147], предназначенная для вязания бельевого трикотажа, имеет аэрозольную систему смазки механизма вязания;

- кругловязальные машины мод. Velnit Plush, Velnit Super [98], предназначенные для вязания плюшевого трикотажа, оснащены устройствами автоматической смазки механизма вязания;

- кругловязальные машины мод. Quattro и Quattro Plush [117], предназначенные для выработки плюшевых полотен, имеют отдельную

систему смазки, для механизма вязания.

Фирма Moorgate (Англия) выпускает специальные кругловязальные машины мод. 101 и 201 [135], предназначенные для переработки металлических нитей. Машины оснащены централизованной системой смазки, подающей масло на нить, язычки игл и в пазы игольного цилиндра.

Фирма Swann Development (Англия) выпускает однофонтурные кругловязальные машины мод. SD3 [158], предназначенные для производства верхнего трикотажа. Машины оборудованы системой автоматической смазки механизма вязания.

Эта же фирма выпускает кругловязальные машины мод. SD4 [162], предназначенные для изготовления ажурного полотна для бельевых и спортивных изделий. Машины оснащены устройствами автоматической смазки механизма вязания.

Фирма Stibbe (Англия) выпускает двухфонтурные кругловязальные машины мод. SBI, SBV и SBR, предназначенные для вязания верхнего трикотажа интерлочных и ластичных переплетений [153]. Машины имеют устройство, обеспечивающее аэрозольную смазку пар трения механизма вязания.

Фирма Mayer (ФРГ) выпускает кругловязальные машины, оснащенные централизованной системой смазки, обеспечивающей эффективность смазки механизма вязания:

- двухфонтурные кругловязальные машины мод. FLF, FUG, FHG [151], предназначенные для производства бельевого полотна, имеют централизованную смазку со специальным устройством и счетчиком для задания интервалов включения смазки;

- кругловязальные интерлочные и ластичные машины мод. FNG, IHG [169] оборудованы устройством автоматической смазки игл;

- кругловязальные машины мод. Inter Rib, представленные на Международной выставке ITMA в г. Ганновере (ФРГ) [127], оборудованы

устройствами автоматической смазки механизма вязания путем распыления масла;

– кругловязальные машины мод. MN, MNF, MNPF, MS, MSP, предназначенные для выработки плюшевых футерованных и платированных полотен с различными видами переплетений [123], снабжены устройствами принудительной смазки механизма вязания.

Кругловязальные машины, выпускаемые фирмой Sulzer Morat GmbH Н (ФРГ), оснащены современными устройствами для аэрозольной смазки пар трения механизма вязания:

– кругловязальная машина мод. RR 72 [106], предназначенная для вязания гладкого трикотажного полотна, имеет устройство для аэрозольной смазки игл;

– однофонтурная кругловязальная машин Okuma-Morat SK90 [156] (совместное производство с японской фирмой Okuma Machinery Works) предназначенная для выработки гладких, платированных, прессовых и жаккардовых полотен, оснащена встроенным в каждый блок клиньев распылителем масла;

– кругловязальная машина Moratronik МКИ [94], предназначенная для выработки рисунчатых переплетений, оборудована аэрозольной смазкой (смазка игл осуществляется масляным туманом);

– кругловязальная машина мод. МР-2 [104], предназначенная, для выработки одноцветного мелкоузорчатого искусственного меха, оснащена устройством аэрозольной смазки механизма вязания;

– кругловязальная машина мод. Moratronik МК 7 [163], показанная на выставке ITMA 87, предназначена для выработки широкого ассортимента ластичных плюшевых, жаккардовых и платированных полотен. Машина оснащена системой смазки, обеспечивающей эффект аэрозольной смазки.

Фирма Terrot Sohne (ФРГ) выпускает разнообразные конструкции кругловязальных машин, предназначенных для изготовления широкого ассортимента трикотажного полотна. Все машины оснащены современными устройствами смазки механизма вязания:

- кругловязальная машина мод. ИР 148 [167], предназначенная для выработки интерлочных, комбинированных и жаккардовых переплетений, имеет централизованную смазку механизма вязания;

- кругловязальная машина интерлок мод. I 1108 [150], предназначенная для выработки полотен из хлопчатобумажной пряжи и синтетических нитей, снабжена системой автоматической смазки механизма вязания;

- двухфонтурная кругловязальная машина мод. ИР 172 [105], предназначенная для выработки структурных полотен на базе ластичных и интерлочных переплетений, снабжена системой аэрозольной смазки механизма вязания;

- кругловязальная машина мод. IЗР 172 [69], предназначенная для выработки различных переплетений на базе ластика и интерлока, оснащена системой аэрозольной смазки;

- однофонтурная кругловязальная машина мод. SP 148 [122], предназначенная для изготовления ворсового полотна, снабжена автоматической смазкой замков механизма вязания;

- однофонтурная кругловязальная машина мод. S1108 и жаккардовая машина мод. ИМТ 172 [115] оснащены системой автоматической аэрозольной смазки механизма вязания.

Фирма Supreme (США) на Международной выставке ITMA79 (ФРГ) представила кругловязальные машины, предназначенные для изготовления гладкого трикотажа, мод. ISI4, 2SI4, 4SI4. Машины оснащены централизованной системой смазки, обеспечивающей автоматическую смазку механизма вязания [125].

Фирма Vanguard Supreme (США) выпускает однофонтурные кругловязальные машины мод. 4SI24 для выработки трикотажа плюшевыми переплетениями [133]. Машины имеют устройство для аэрозольной смазки механизма вязания.

На выставке ITMA 82 (США) фирма Toyda-Sulzer (Япония) продемонстрировала однофонтурную кругловязальную машину мод. МКР-2 [68], предназначенную для изготовления рисунчатого трикотажа. Машина снабжена устройством для автоматической смазки механизма вязания.

Всемирно известная фирма Jumberca (Испания) выпускает однофонтурные и двухфонтурные кругловязальные машины, предназначенные для изготовления различных полотен, используемых как для бельевого, так и верхнего и спортивного трикотажа. Машины оснащены современными системами смазки механизма вязания:

- однофонтурные кругловязальные машины мод. 1FPL 18, 1FPL/F [109], предназначенные для вязания бельевого трикотажа, оснащены системой аэрозольной смазки механизма вязания;

- кругловязальные машины интерлок мод. 7ML2 [87], предназначенные для вязания полотна, используемого при пошиве спортивных и верхних трикотажных изделий, оборудованы более совершенной системой автоматической смазки механизма вязания;

- двухфонтурные кругловязальные машины мод. 8ML и 8ML2 [157], предназначенные для производства ластичного и интерлочного полотна оборудованы устройством автоматического распыления масла с индивидуальными насосами для подачи масла к иглам;

- двухфонтурные кругловязальные машины мод. TL1 [86], предназначенные для выработки купонов жаккардовыми, прессовыми и ажурными переплетениями, оснащены системой аэрозольной смазки механизма вязания;

- двухфонтурные машины мод. SMLS [143], предназначенные для

выработки купонов переплетениями интерлок, пике, ластичными, жаккардовыми и др., имеют устройство аэрозольной смазки механизма вязания;

- кругловязальные машины мод. RDC [128], предназначенные для выработки двухстороннего плюшевого полотна, оснащены автоматическими системами смазки механизма вязания;

- однофонтурные кругловязальные машины мод. I FPL - 2 [113], предназначенные для выработки однолицевого плюшевого полотна, оснащены лубрикатором, обеспечивающим автоматическую смазку пар трения механизма вязания;

- однофонтурные кругловязальные машины мод. SYC [114], предназначенные для выработки рисунчатых переплетений, оснащены системами смазки, обеспечивающими смазку игл, толкателей и платин с помощью насоса путем разбрызгивания, при этом насос работает только при достижении рабочей частоты вращения игольного цилиндра;

- однофонтурные кругловязальные машины мод. SVF/SVY [161], предназначенные для выработки гладких, плюшевых и джерсовых переплетений, оснащены системой автоматической смазки механизма вязания;

- двухфонтурные машины мод. ДКХ-2 [124], предназначенные для выработки рисунчатых переплетений, имеют централизованную систему смазки механизмов, в том числе и механизма вязания.

Фирма Trabal S.A. (Испания) выпускает кругловязальные машины интерлок мод. MI-120 [154], в которых смазка обеих игольниц и клиньев осуществляется масляным туманом.

Кругловязальная машина мод. MZ-2 18-24 кл., выпускаемая той же фирмой, оснащена системой автоматической смазки механизма вязания.

Фирма Cylsa (Испания) выпускает двухфонтурные кругловязальные машины мод. Coyanit E 10 SIB, Coyanit SI, Boberass E9IS [108, 126],

предназначенные для производства верхнего трикотажа, оснащены автоматической системой смазки механизма вязания.

Фирма Textima (бывшая ГДР) выпустила ряд современных кругловязальных машин, оснащенных совершенными системами смазки узлов и механизмов:

- двухфонтурная кругловязальная машина мод. Multicomet 72 5625, предназначенная для изготовления жаккардового полотна, используемого для верхних трикотажных изделий [137], оборудована централизованной смазкой, при этом предусмотрена автоматическая смазка игл, толкателей и клиньев;

- однофонтурная кругловязальная машина мод. Multisingle 5623 [136], предназначенная для выработки гладких прессовых переплетений, а также полотен с рисунком небольшого раппорта, оснащена устройством автоматической смазки механизма вязания;

- двухфонтурная кругловязальная машина мод. Multirecord 5636 [138], предназначенная для выработки полотен бельевого, верхнего и технического назначения, оснащена автоматической системой смазки игольных и замковых пазов;

- кругловязальные машины Multirecord, Multilock 96, Multisingle-Super, Diamant [119], предназначенные для выработки полотен для верхних трикотажных изделий, оснащены устройствами автоматической смазки механизма вязания.

Фирма Investa (бывшая ЧССР) выпускала двухфонтурные кругловязальные машины мод. Duanit, предназначенные для изготовления рисунчатых переплетений. Машины оснащены системой автоматической смазки всех основных механизмов. Система контроля позволяет останавливать машину при пониженном уровне масла в системе смазки [149].

На международной выставке ITMA 83 ФИРМА Investa (ЧССР)

демонстрировала интерлок мод. METEX [168], предназначенный для гладкого покровного футерного полотна. Машина оснащена системой автоматической смазки механизма вязания.

Двухфонтурные кругловязальные машины интерлок фирмы Triconit (Франция) мод. Trilok 18-32 кл. [107], предназначенные для выпуска верхнего трикотажа, оснащены централизованной системой смазки узлов и механизмов.

Фирма Marchisio (Италия) выпускает двухфонтурные кругловязальные машины мод. EIMA 18-22 кл. [91], предназначенные для выработки интерлочного и ластичного полотна. Машины снабжены устройством аэрозольной смазки механизма вязания.

Фирма Mecmor (Италия) выпускает кругловязальные машины мод. Variatex 180 [99], предназначенные для выработки плоских купонов различной ширины. Машины имеют систему автоматической смазки механизма вязания,

Фирма Orizio (Италия) выпускает однофонтурные кругловязальные машины мод. 10 [145], предназначенные для выпуска бельевого трикотажного полотна. Машины оснащены системой смазки под давлением фирмы Uniwave (США).

Завод Metalotecnica выпускает кругловязальные машины типа С 49500/1, оснащенные централизованной системой смазки механизма вязания [118].

Фирма Centrala De Masini Textile (СРР) выпускает кругловязальные машины мод. ТС 29/100/3, предназначенные для изготовления футерного полотна с покровной нитью. Машины оснащены электромагнитным лубрикатором для смазки игл, платин и замочных каналов [160].

1.2. Обзор и анализ устройств смазки механизма вязания вязальных машин

В настоящее время все чаще устройства для смазки механизмов вязания вязальных машин начинают выпускать специализированные фирмы. О важности такого направления развития устройств смазки кругловязальных машин отмечается в отчете о работе Международной выставки трикотажного машиностроения ITMA 83 [155].

Фирма Horst Paerke Gmb H (ФРГ) специализируется на выпуске устройств для смазки игольного цилиндра и рипшайбы [142]. Устройство позволяет автоматически изменять интенсивность подачи смазки к иглам машины.

Впервые устройства, осуществляющие смазку механизма вязания масляным туманом, были представлены на Международной выставке ITMA 79 в Ганновере (ФРГ). В последующие годы эти системы смазки, как наиболее перспективные, получили широкое распространение.

Фирма Memminger (ФРГ) выпускает электромагнитные устройства (лубрикаторы) мод. Pulsonic [132, 144]. Устройства обеспечивают регулярную автоматическую смазку под давлением механизма вязания. При этом имеется возможность регулирования объёма подаваемой порции масла. Устройство имеет электронную систему управления и световую сигнализацию в случае неполадок.

В работе [131] описаны устройства для автоматической смазки механизма вязания электромагнитного типа Pulsonic-Oler (ФРГ). Устройство (лубрикатор) имеет поршневые насосы для каждой смазываемой точки машины.

На выставке ITMA 83 [72, 159] фирма Memminger (ФРГ) демонстрировала более совершенную конструкцию электронного лубрикатора Pulsonic, используемого для смазки узлов и механизмов

кругловязальных машин, в том числе и механизма вязания. Устройство имеет поршневые насосы для каждой точки смазки. Электронное управление обеспечивает равномерную подачу масла к местам смазки. Количество одновременно подаваемого масла равно 12 мм^3 . Максимальная производительность насоса 720 мм^3 в минуту (60 импульсов в минуту).

В работах [73, 97] приведены сведения по усовершенствованию лубрикатора мод. Pulsonic. Отмечается, что использование устройств данного типа для смазки механизма вязания обеспечивает повышение производительности кругловязальных машин и качества вырабатываемого трикотажного полотна.

Дальнейшим совершенствованием лубрикатора Pulsonic явилась конструкция устройства, предложенная фирмой Memminger (ФРГ), Pulsonic 2 [88, 102, 140, 146, 176].

Фирма выпускает две разновидности лубрикаторов Pulsonic 2 Mini и Pulsonic 2 Maxi. Лубрикатор Pulsonic 2 Mini обеспечивает точно дозированную подачу масла к 6 точкам, Pulsonic 2 Maxi - к 7...15 точкам. Масло подается под давлением. Интервал между подачей масла регулируется с помощью электронного устройства управления. Точная дозировка масла позволяет сократить его расход и избежать возникновения масляных полос на полотне.

В работе [92] сообщается, что фирма Memminger (ФРГ) приступила к выпуску более совершенной системы смазки Pulsonic 3 и Pulsonic 4. В зависимости от требований заказчика изготавливаются мод. Pulsonic 3 Mini, Pulsonic 3 Medi, Pulsonic 3 Maxi и Pulsonic 4, отличающихся количеством электромагнитных насосов (точек смазки). Устройства предназначены для автоматической смазки механизма вязания.

На Международной выставке трикотажного оборудования в 1977 г в Атлантик-Сити (США) впервые фирмой United Oil and Beeding (США) демонстрировалась система смазки мод. Oelboy [76], имеющая

дозиметрическое устройство с непосредственной подачей смазки к механизму вязания без применения распыления смазки сжатым воздухом. Такого же рода система автоматической смазки мод. Ego была представлена фирмой Uniwave (США). Этой же фирмой экспонировалось устройство мод. Autoflush, предназначенная для струйной промывки механизма вязания кругловязальной машины и удаления использованной смазки.

Фирма Uniwave (США) разработала и серийно выпускает системы автоматической смазки механизмов кругловязальных машин, обеспечивающих подачу масла непосредственно в точки интенсивного трения деталей механизма вязания [89, 95, 112, 116]. Система смазки снижает расход масла и воздуха, обеспечивает лучшее распыление масла в потоке за счет использования воздушного потока избыточного давления. Преимущества системы достигнуты с помощью специальной конструкции маслопроводных улиток, увеличения количества форсунок до 20 и применением маслопроводных коммуникаций малого диаметра.

В последнее время фирма Uniwave (США) стала выпускать для смазки механизмов кругловязальных машин лубрикатор мод. Quantum [164, 165], который подает масло каплями периодически с равномерным интервалом времени, что не оставляет следов и пятен масла на полотне. Лубрикатор обеспечивает хорошую смазку механизма вязания, способствует снижению шума машины.

Фирмы Англии также специализируются на выпуске различных устройств смазки механизмов вязания кругловязальных машин, в том числе и других механизмов:

- фирма Hosiery Equipment [111] выпускает ряд автоматических централизованных систем для смазки вязальных машин;
- фирма Donner выпускает лубрикаторы различного типа [90];
- фирма Interlube System выпускает лубрикаторы мод. Lubepus E

[166], предназначенные для централизованной смазки механизмов кругловязальной машины (лубликатор обеспечивает точно дозированную подачу масла к 50 точкам смазки; подача масла осуществляется под давлением от поршневого насоса в дозах от 0,25 до 75 мл/ч; цикл подачи масла регулируется от 2 до 120 мин., что позволяет экономить масло обеспечивает надежность работы машины).

Учитывая важность и актуальность процесса смазки кругловязальных машин, в последнее время все больше внимания уделяется разработке принципиально новых конструкций устройств смазки механизмов вязания.

Предложенное Масленниковым Е.С. и др. устройство для смазки игольницы вязальной машины (А.с. 861430, СССР) [3] предназначено для кругловязальных машин. Устройство содержит резервуар, соединенный трубопроводом со средством подачи масла в пазы игольницы. Для повышения эффективности смазки средство подачи масла имеет цилиндрическую форму, образующие которой параллельны образующим игольницы.

Устройство для подачи смазки к игольницам и блокам замков вязальной машины (А.с. 1296643, СССР. Масленников Е.С. и др.) [1] содержит средство для разбрызгивания масла, включающее патрубки для подачи масла и сжатого воздуха, сообщающиеся с цилиндром каналами, выходные отверстия которых обращены к иглам. Для повышения эффективности смазки механизма вязания имеются также каналы, выполненные в корпусе блоков замков и направленные в сторону канала для прохождения игл.

Устройство для подачи масла к средствам смазки (А.с. 1305406, СССР. Масленников Е.С. и др.) [2] содержит резервуар для масла, на стенке которого имеется датчик давления воздуха. Через определенные промежутки времени включается воздушный выключатель и давление по-

дается в камеру. При достижении заданного давления срабатывает датчик, открывается клапан и масло подается к соплам.

Производственное объединение "Черновцылегмаш" предложило устройство, для системы смазки кругловязальной машины (А.с. 1161783, СССР. Присяжнюк П.А. и др.) [4]. Устройство содержит рабочую камеру с всасывающим и нагнетающим клапанами и средство для создания повышенного давления, выполненное в виде электронагревательного элемента.

Известен механизм централизованной смазки (Заявка 2936374, ФРГ) [16], предназначенный для кругловязальных машин. Механизм имеет резервуар для масла и устройство включения электромагнита для подачи масла к точкам смазки. Имеется система электронного регулирования частоты срабатывания электромагнита.

Устройство (Заявка 3609440, ФРГ) [17] предназначено для чистки и смазки игл кругловязальных машин. Предложенное устройство содержит два сопла, одно из которых подает в зону головки иглы сжатый воздух, другое - масло. При этом одновременно осуществляется чистка и смазка игл игольного цилиндра кругловязальной машины.

Смазочное устройство (Заявка 4024101, ФРГ) [19] предназначено, для смазки рабочих органов механизма вязания кругловязальной машины (игл, платин, игольного цилиндра, клиньев и др.). Масло подается через трубопровод в кольцо, расположенное внутри игольного цилиндра и через специальные отверстия смазывает игольные пазы.

Смазочное устройство для трикотажной машины (Заявка 4021557, ФРГ) [18] предназначено для смазки механизмов трикотажных машин. Устройство работает при небольшом давлении и скорости потока масла.

Система смазки (Заявка 4039184, ФРГ) [20] предназначена для централизованной автоматической смазки механизма вязания кругловязальных машин.

Известен ряд принципиально новых устройств для смазки механизма вязания вязальных машин, предложенных изобретателями бывшей ЧССР [6...8]. Достоинством разработок является их высокая эффективность смазки механизма вязания.

Лубрикатор, предложенный изобретателями бывшей ГДР [39], предназначен для кругловязальных машин. Отличием конструкции является его высокая экономичность. Лубрикатор имеет индивидуальный электродвигатель, управляемый электронным блоком, обеспечивающим заданный режим его работы.

Механизм очистки и смазки кругловязальных машин (Пат. 226921, ГДР) [75] позволяет повысить качество чистки и смазки петлеобразующих систем механизма вязания кругловязальной машины.

Устройство для смазки вязальных машин, предложенное США (Пат. 4353435) [42], предназначено для смазки механизма вязания аэрозольным способом. Имеется регулировка давления сжатого воздуха.

Устройство для аэрозольной смазки вязальных машин (Пат. 1407595, Англия) [40] содержит электродвигатель, который с помощью эксцентрика воздействует на поршень, создавая необходимое давление. Уровень масла в корпусе устройства контролируется уровнемером.

Предложенный лубрикатор (Заявка I207401, Япония) [14] предназначен для автоматической подачи масла к пазам игольного цилиндра и игольным изделиям механизма вязания кругловязальной машины.

Система смазки (Заявка 1207452, Япония) [15] предназначена для автоматической централизованной смазки механизма вязания. В игольном цилиндре по винтовой линии имеются канавки, соединенные со сквозным отверстием, выходящим в зону штег и клиньев. При вращении игольного цилиндра за счет центробежной силы масло подается через канавки иглам и клиньям.

Смазочные устройства [43, 44], предложенные изобретателями бывшей СРР (Пат. 61558, 83024), предназначены для смазки механизмов вязания кругловязальных машин.

Ряд фирм большое внимание уделяют разработке и выпуску эффективных смазочных материалов для кругловязальных машин.

Фирма Voehme Filatex (США) [120, 121] разработала серию смазочных материалов для кругловязальных машин. Смазочный материал Madol 900 предназначен для смазки механизма вязания. Использование этого смазочного материала способствует увеличению сроков службы язычковых игл.

Фирма Optimal-Olioerke [93] выпускает смазку для трущихся деталей вязальных машин. Достоинством смазки является высокая равномерность распределения ее по соприкасающимся деталям и хорошее сцепление с трущимися поверхностями. Смазка является универсальной, хорошо сохраняет свои свойства при температуре от -180° до $+450^{\circ}\text{C}$ и не стареет в течение года.

Фирма Petronaphte выпускает смазочный материал Tixo Sew [130] предназначенный для кругловязальных машин. Испытания показали его высокую эффективность, особенно при эксплуатации высокоскоростных кругловязальных машин.

Известна конструкция язычковой иглы (Пат. 3977217, США) [41] предназначенная для повышения эффективности смазки пар трения игла-штеги. Игла имеет спиральный участок стержня, что улучшает условия смазки иглы в результате того, что смазка удерживается в образованном кармане.

1.3. Обзор исследований устройств и процесса смазки механизмов вязания вязальных машин

Исследованиям устройств и процесса смазки механизмов вязания вязальных машин посвящено много работ, что свидетельствует об актуальности проблемы.

Исследования Леткова Н.Л. [31] показали, что в зависимости от времени года и вида смазки температура игольного цилиндра вязальной машины может колебаться в пределах от 40° до 55°С. Для заданного интервала температуры рекомендуется использовать масло марки ИГП-38. Применение указанного вида масла позволяет сократить отказы игл, поломку иглопроводов и уменьшить расход сырья.

В работе [32] приведено описание дозирующих устройств, для подачи масла к игольному цилиндру. Указывается на необходимость управления процессом подачи масла для смазки механизма вязания. С этой целью Летков Н.Л. и др. [30] предлагают устройство автоматической смазки механизма вязания с программным управлением.

Исследования Францева В.Н. [63...65] посвящены изучению влияния специальных присадок на повышение износостойкости трущихся деталей трикотажных машин. Отмечается, что применение индустриальных масел с металлоплакирующей присадкой МКФ-18, инициирующей избирательный перенос в узлах трения, позволяет снизить износ деталей механизма вязания в 3...5 раз.

Работа [58] посвящена подбору отечественных смазочных материалов для кругловязальных машин фирм Jumberka (Испания) и Metin (ЧСФР).

Английские ученые Wrau G. и Burns N. [4, 16] в результате проведенных экспериментальных исследований установили, что использование смазки в механизме вязания оказывает существенное

влияние на статические нагрузки в зоне взаимодействия пятки иглы с клином. С увеличением вязкости масла давление пятки иглы на клин возрастает. Исследования [174] также показали, что наличие смазки в пазу игольницы оказывает заметное влияние на величину силы удара иглы о клин из-за изменения сопротивления перемещению иглы.

Wrau G. и Burns N. установили [172], что смазка оказывает существенное влияние на отказы игл кругловязальной машины. При наличии смазки пары трения игла-клин число случаев отказов игл сокращается.

Проведенные английским ученым Braitman Marvin исследования [78] показали, что недостаточная смазка механизма вязания вязальной машины приводит к возникновению сброса петель, загрязнению полотна, износу деталей и перерасходу энергии. Для кругловязальных машин, работающих на высоких скоростях, наиболее эффективным видом смазки является аэрозольная смазка механизма вязания.

Исследования [77, 79] показали, что при аэрозольной смазке появляется масляный туман, на образование которого расходуется до 15% масла, что является отрицательным моментом в процессе смазки. Предложены рекомендации для исключения образования тумана, основными из которых являются: использование специальных видов смазочных материалов; увеличение давления компрессора; использование специальных сопел. Эти меры позволяют сократить расход масла на образование тумана до 2%.

В работе [80] английских исследователей Braitman Marvin и Abrams Jared рассмотрены требования, предъявляемые к системе смазки вязальной машины. Описываются устройства аэрозольной смазки, выпускаемые фирмой Uniwave (США). Устройства снабжены насадками, исключаящими распыление масла в окружающую среду, что повышает

эффективность смазки, улучшает условия обслуживания машин и снижает расход масла.

Немецкие исследователи Buhler G. и Conser W. отмечают, что выбор оптимального режима смазки кругловязальной машины обеспечивает возможность повышения ее скорости. В работе [82] изложены требования, предъявляемые к системе смазки высокоскоростных кругловязальных машин. Изучено влияние на работоспособность игл вида смазки и ее вязкости. Изучены свойства различных смазочных материалов.

В работе [83] вышеуказанных исследователей приведен анализ различных конструкций автоматических систем смазки кругловязальных машин. Указаны преимущества и недостатки их. Отмечается, что для высокоскоростных кругловязальных машин перспективной является система смазки под давлением.

В результате выполненных исследований [84] Buhler G. и Conser W. отмечают, что вязкость смазочного материала оказывает существенное влияние на поломку игл кругловязальных машин. С увеличением вязкости масла число отказов игл увеличивается. Установлено, что полом игл зависит также от температуры масла.

Buhler G. в работе [81] отмечает, что для повышения долговечности игл и клиньев необходимо совершенствовать систему смазки механизма вязания.

В работе [85] немецкие ученые Buhler G., Conser W. и Eglers G. исследовали предельно допустимые нагрузки на пленку смазочных материалов, в частности для смазки пяток игл. Сделана попытка изучить механизм трения пары игла-клин и влияние смазки на удельные нагрузки в этой паре. Отмечено, что направление струи смазочного материала относительно пары трения игла-клин оказывает влияние на стабильность процесса смазки. Струя масла в направлении по касательной к паре трения

обеспечивает постоянство смазки, а значит, и постоянство температуры в зоне трения пятки иглы по клину.

Вопросам смазки петлеобразующих систем кругловязальной машины посвящена работа Маркова И. [36]. Здесь рассмотрены виды масел и системы смазки механизмов вязания кругловязальных машин. Даны рекомендации по их совершенствованию.

В работе Goodman P. [100] приведены сведения о роли смазки в работе вязальной машины. Отмечается, что удовлетворительная работа механизма вязания без смазки немыслима. Тенденцией совершенствования смазочных материалов является вытеснение минеральных смазочных материалов синтетическими.

Английским ученым Smith Gary W. проведен исследования влияния системы смазки механизма вязания на производительность кругловязальной машины [152]. Отмечается, что с ухудшением условий смазки механизма вязания производительность кругловязальной машины падает.

В работе [96] описаны различные системы смазки для вязальных машин. Указывается на необходимость совершенствования системы смазки механизмов вязания кругловязальных машин.

Angele Michael исследовал явление трения между иглами, платинами, штегами и клиньями кругловязальных машин [71]. В результате выполненных исследований разработаны рекомендации для выбора масел для смазки игл и платин.

В работе [70] отмечается, что на динамические нагрузки, действующие в механизме вязания, существенное влияние оказывает коэффициент трения в парах игла-штеги и игла-клин, зависящий от эффективности смазки механизма вязания.

Установлено, что температура игольного цилиндра кругловязальной машины, работающей со скоростью свыше 1,3 м/с, может достигать 75°

[103]. Для снижения температуры предлагается использовать централизованную систему смазки. В этой же работе описана система смазки, позволяющая понизить температуру высокоскоростной кругловязальной машины на 15%.

В работе [110] отмечается, что для надежной работы кругловязальной машины большое значение имеет система централизованной смазки, а также температурный режим работы машины.

В выводах исследований [101] отмечается, что для повышения качества работы кругловязальной машины необходимо использовать систему централизованной смазки под давлением.

В результате анализа конструкций и исследований систем смазки механизмов вязания вязальных машин можно сделать следующие выводы:

1. Смазка оказывает существенное влияние на работоспособность механизмов и кругловязальной машины в целом. Совершенствование системы смазки механизма вязания является актуальной проблемой, требующей своего решения.

2. Особое внимание уделяется процессу смазки механизма вязания кругловязальной машины, так как удовлетворительная ее работа немислима без смазки механизма вязания.

3. Все известные виды кругловязальных машин оснащены устройствами смазки механизма вязания. При этом все ведущие фирмы трикотажного машиностроения отдают предпочтение централизованным системам автоматической смазки механизмов машины.

4. Наиболее перспективным видом смазки механизма вязания кругловязальной машины является смазка под давлением с образованием масляного тумана (аэрозольная смазка).

5. Большое внимание уделяется разработке специальных устройств (лубрикаторов), предназначенных для смазки механизмов вязания кругловязальных машин. Ряд ведущих зарубежных фирм (Memminger –

ФРГ, Uniwave – США и др.) специализировали свою деятельность на выпуске лубрикаторов различных моделей.

6. Отмечено, что использование автоматической системы смазки механизма вязания на базе лубрикаторов обеспечивает повышение производительности вязальных машин и качества трикотажного полотна.

7. Эффективность смазки механизма вязания вязальной машины достигается, как правило, путем подачи масла непосредственно в зону взаимодействия игл со штегами и клиньями.

8. Установлено, что в процессе работы кругловязальной машины температура игольного цилиндра колеблется от 40 до 55°C. При работе высокоскоростной кругловязальной машины (работа со скоростью свыше 1,3 м/с) температура игольного цилиндра может достигать 75°C. Температура игольного цилиндра оказывает влияние на вязкость масла и на работу механизма вязания.

9. Использование для смазки механизма вязания масел с различной вязкостью может значительно повлиять на отказы игл, иглопроводов и на расход сырья. Установлено, что вязкость масла оказывает существенное влияние на величину динамических нагрузок в паре игла-клин, вызывая отказы игл.

10. Известны исследования, направленные на повышение износостойкости деталей механизма вязания путем использования в составе масел металлоплакирующих присадок, инициирующих избирательный перенос. Так, использование индустриального масла с присадкой МКФ-18 для смазки механизма вязания позволило снизить износ деталей механизма в 3...5 раз.

11. Известны исследования, в которых отмечается тот факт, что недостаточная смазка механизма вязания приводит к возникновению сброса петель, загрязнению полотна, отказу рабочих органов механизма вязания и перерасходу пряжи и энергии. Однако конкретных данных

применительно к кругловязальным машинам не приводится.

12. Отмечается, что для повышения эффективности работы механизма вязания за счет увеличения долговечности игл, иглопроводов, клиньев и др., необходимо совершенствовать систему смазки пар трения игла (игловод)-направляющие и иглы-клинья.

13. Мало изученным является: влияние смазки на долговечность работы клиньев вязальных систем; на отказы игл; на величину мощности, потребляемую механизмом вязания; влияние температуры масла на отказы игл и на производительность вязальных машин.

14. Практически не изучено влияние конструкций рабочих органов механизма вязания (игл, штег, клиньев) на эффективность смазки.

РАЗДЕЛ 2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СМАЗКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ ВЯЗАНИЯ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

2.1. Влияние смазки на динамические нагрузки в механизме вязания

Смазка оказывает существенное влияние на работу механизмов машин, в том числе и на механизм вязания вязальной машины [9, 21, 25...27, 57, 62]. Практика эксплуатации вязальных машин показывает, что при недостаточной или некачественной смазке наблюдается увеличение числа отказа игл, что приводит к снижению производительности машин и качества трикотажного полотна.

В результате анализа работы механизмов вязания вязальных машин [10, 48] установлено, что основной причиной отказа игл являются значительные динамические нагрузки, возникающие при ударе игл о клинья вязальных систем. Установлено также, что одним из факторов, определяющих величину динамических нагрузок в вязальных системах (сила удара иглы о клин), является величина сил трения в кинематических парах игла-клин и игла-штеги.

Очевидно, что совершенствования системы смазки приводит к снижению сил трения в соответствующих парах трения, что способствует снижению величины динамических нагрузок, следовательно, и снижению числа отказов игл.

Проанализируем справедливость вышеизложенного применительно к многосистемным кругловязальным машинам типа КО.

Как известно [66], возможны два случая взаимодействия игл с клиньями вязальных систем кругловязальных машин: взаимодействия игл с клиньями жесткой конструкции; взаимодействие игл с клиньями, имеющими упругие элементы или упругое крепление к блокам замков.

В случае жесткого крепления клина максимальная величина силы удара (горизонтальная составляющая) иглы о клин определяется из уравнения [66]:

$$F_{max} = V \sqrt{\frac{mC}{K} \operatorname{tg} \alpha + \frac{F}{K}}, \quad (2.1)$$

где F_{max} - максимальная сила удара иглы о клин;

V - окружная скорость иглы (игольного цилиндра);

m - масса иглы;

C - приведенная жесткость пары игла-клин в зоне удара;

F - технологическая нагрузка, действующая на иглу;

K - конструктивный параметр вязальной системы,

$$K = c \operatorname{tg}(\alpha + \rho) - \frac{2a + b}{b} \operatorname{tg} \rho_1; \quad (2.2)$$

α - угол встречи иглы с клином (угол клина);

ρ - угол трения пары игла-клин;

a - плечо силы удара;

b - плечо опорной реакции (глубина игольного паза);

ρ_1 - угол трения пары игла-штеги.

Так как материал пар игла-клин и игла-штеги одинаков (сталь) можно принять: $\rho = \rho_1$.

Тогда выражение (2.2) принимает вид:

$$K = c \operatorname{tg}(\alpha + \rho) - \frac{2a + b}{b} \operatorname{tg} \rho. \quad (2.3)$$

Совершенствование смазки (вид смазочного материала и способ подачи смазки в зону трения) пар игла-клин и игла-штеги способствует снижению коэффициента трения в этих парах, что скажется на конструктивном параметре K , а следовательно и на величине силы удара иглы о клин вязальной системы.

Используя параметры кругловязальной машины КО-2 [35], данные

исследований [66] и результаты взвешивания (масса иглы поз. 0-1565), в качестве исходных принято:

$$V = 1,1 \text{ м/с}; \quad \alpha = 56^{\circ}; \quad m = 0,477 \cdot 10^{-3} \text{ кг}; \quad C = 824,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м};$$

$$a = 1,5 \text{ мм}; \quad b = 3,8 \text{ мм}; \quad F = 0,17 \text{ Н}.$$

Предполагая, что под влиянием смазки угол трения ρ изменяется в пределах от 3° до 12° (при $\rho > 12,45^{\circ}$ $K < 0$, что приводит к заклиниванию иглы), с помощью ЭВМ получены значения конструктивного параметра K и максимальной силы удара иглы о клин F_{max} . При этом интервал варьирования угла трения принят $\Delta\rho = 0,5^{\circ}$.

Результаты вычислений приведены в табл. 2.1. Зависимость F_{max} от угла трения представлена на рис. 2.1.

Таблица 2.1

Результаты вычислений влияния эффективности смазки на величину силы удара иглы о клин с жестким креплением

Угол трения ρ , град	Коэффициент трения f	Конструктивный параметр K	Максимальная сила удара иглы о клин F_{max} , Н
3,0	0,052	0,507	45,753
3,5	0,061	0,480	47,055
4,0	0,070	0,452	48,469
4,5	0,078	0,425	50,013
5,0	0,087	0,398	51,708
5,5	0,096	0,378	53,581
6,0	0,105	0,344	55,666
6,5	0,114	0,317	58,008
7,0	0,123	0,290	60,663
7,5	0,132	0,263	63,711
8,0	0,140	0,236	67,260
8,5	0,149	0,210	71,464
9,0	0,158	0,183	76,556
9,5	0,167	0,156	82,901
10,0	0,176	0,130	91,115
10,5	0,185	0,103	102,346
11,0	0,194	0,077	119,045

11,5	0,203	0,050	147,822
12,0	0,212	0,024	217,434

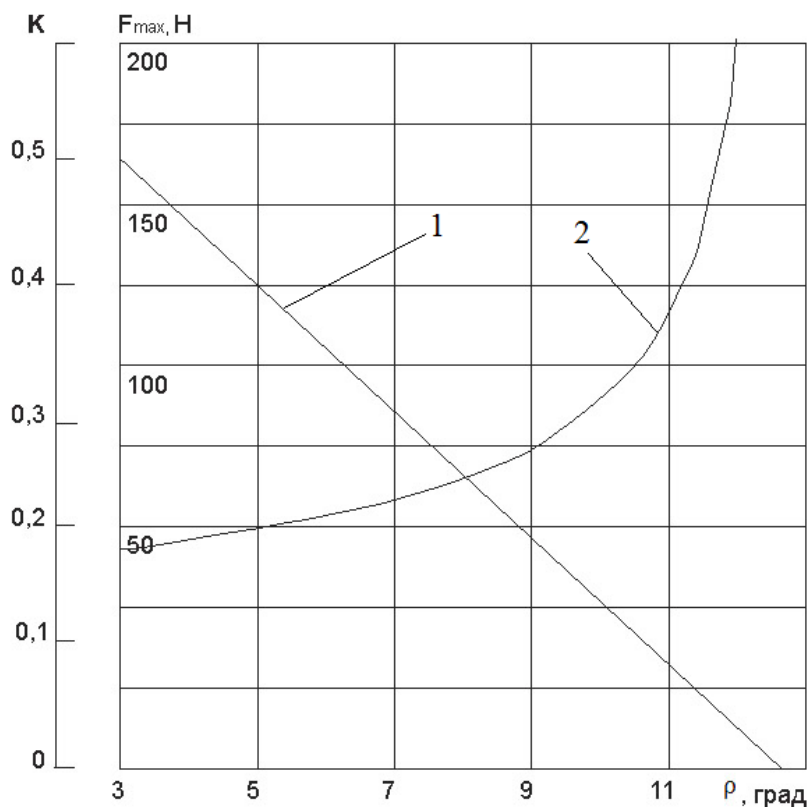


Рис. 2.1. Влияние смазки (трения) на конструктивный параметр K вязальной системы кругловязальной машины КО-2 (1) и на максимальную силу удара иглы о кулирный клин F_{max} (2)

Анализ получения результатов показывает (см. рис. 2.1):

- с увеличением угла трения (ухудшаются условия смазки) сила удара иглы о клин увеличивается. При этом в зоне изменения угла трения от 3° до 9° (изменение коэффициента трения от 0,05 до 0,16) максимальная сила удара иглы о клин увеличивается незначительно, в 1,67 раза;

- дальнейшее увеличение угла трения приводит к резкому увеличению силы удара иглы о клин. Увеличение угла трения от 9° до 12° (изменение коэффициента трения от 0,16 до 0,21) приводит к увеличению

силы удара в 2,84 раза;

- при угле трения $\rho > 12,45^0$ конструктивный параметр K становится отрицательным, что приводит к заклиниванию иглы ($F_{max} \rightarrow \infty$) и, естественно, к поломке иглы;

- наиболее эффективным режимом смазки, на наш взгляд, является такой режим, при котором коэффициент трения пар игла-клин, игла-штеги не превышает 0,1 ($\rho \leq 5,7^0$). Максимальная сила удара иглы о клин вязальной системы кругловязальной машины типа КО при этом не превышает 54,75 Н.

Для оценки влияния эффективности смазки на работу механизма вязания при упругом креплении клина (при упругом клине) рассмотрим механизм вязания кругловязальной машины КО-2 при креплении кулирного клина с помощью упругой балочки с размерами 5x10x48x мм [66].

В качестве исходных данных принимаем:

$V = 1,1 \text{ м/с}$; $\alpha = 56^0$; $m_1 = 0,477 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ (масса иглы); $m_2 = 36,41 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ (приведенная масса кулирного клина и балочки); $C_1 = 824,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ (приведенная жесткость пары игла-клин); $C_2 = 2486,6 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ (приведенная жесткость узла крепления клина); $a = 1,5 \text{ мм}$; $b = 3,8 \text{ мм}$; $F_1 = 0,17 \text{ Н}$ (технологическая нагрузка на иглу); $F_2 = 9,67 \text{ Н}$ (статическое давление игл на кулирный клин); $\rho = (3 \dots 12)^0$; $\Delta\rho = 0,5^0$.

Для определения величины силы удара иглы о кулирный клин с упругим креплением F_{1max} и динамической нагрузки в узле крепления клина F_{2max} в зависимости от эффективности смазки (угла трения ρ) воспользуемся ЭВМ. При этом в качестве алгоритма расчетов принимаем следующий [66]:

1. Определение параметра λ :

$$\lambda = \frac{2a+b}{b} \operatorname{tg} \rho. \quad (2.4)$$

2. Определение параметра ψ :

$$\psi = 1 - \lambda \operatorname{tg}(\alpha + \rho). \quad (2.5)$$

3. Определение параметра γ :

$$\gamma = C_1 \frac{m_1 + \psi m_2}{m_1 m_2}. \quad (2.6)$$

4. Определение цикловых частот колебания масс системы игла-клин-упругое крепление:

$$\beta_{1,2}^2 = \frac{C_1(m_1 + \psi m_2) + C_2 m_1 \pm \sqrt{[C_1(m_1 + \psi m_2 + C_2 m_1)]^2 - 4\psi C_1 C_2 m_1 m_2}}{2m_1 m_2}. \quad (2.7)$$

5. Определение параметра z :

$$z = \beta_1^2 - \beta_2^2. \quad (2.8)$$

6. Определение параметров Δ_1, Δ_2 :

$$\Delta_1 = \gamma - \beta_1^2; \quad \Delta_2 = \gamma - \beta_2^2. \quad (2.9)$$

7. Определение постоянных интегрирования:

$$A_{11} = \frac{C_1 - \Delta_2}{m_2} \cdot \frac{F_1}{\psi}; \quad A_{12} = \frac{\Delta_1 - \frac{C_1}{m_2}}{z} \cdot \frac{F_1}{\psi};$$

$$A_{21} = A_{11} \frac{m_2}{C_1} \Delta_1; \quad A_{22} = A_{12} \frac{m_2}{C_1} \Delta_2;$$

$$B_{11} = \frac{C_1 \nu \Delta_2}{\beta_1 z}; \quad B_{12} = -\frac{C_1 \nu \Delta_1}{\beta_2 z};$$

$$B_{21} = B_{11} \frac{m_2}{C_1} \Delta_1; \quad B_{22} = B_{12} \frac{m_2}{C_1} \Delta_2. \quad (2.10)$$

8. Определение постоянных интегрирования (суммарные):

$$D_{11} = \sqrt{A_{11}^2 + B_{11}^2}; \quad D_{12} = \sqrt{A_{12}^2 + B_{12}^2};$$

$$D_{21} = \sqrt{A_{21}^2 + B_{21}^2}; \quad D_{22} = \sqrt{A_{22}^2 + B_{22}^2}. \quad (2.11)$$

9. Определение постоянных составляющих динамических нагрузок

a_1, a_2 :

$$a_1 = \frac{F_1}{\psi}; \quad a_2 = \frac{F_1}{\psi} + F_3. \quad (2.12)$$

10. Определение динамических нагрузок в вязальных системах кругловязальной машины:

$$F_{1max} = (D_{11} + D_{12} + a_1)tg(\alpha + \rho);$$

$$F_{2max} = (D_{21} + D_{22} + a_2)tg\alpha. \quad (2.13)$$

Полученные результаты сводим в табл. 2.2. Графические зависимости влияния эффективности смазки на динамические нагрузки в механизме вязания однофонтурной кругловязальной машины КО-2 представлены на рис. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты исследования влияния эффективности смазки на динамические нагрузки в механизме вязания кругловязальной машины КО-2 при упругом креплении клиньев

Угол трения ρ , град	Коэффициент трения f	Динамические нагрузки, Н	
		F_{1max}	F_{2max}
3,0	0,052	39,651	24,241
3,5	0,061	41,178	24,647
4,0	0,070	42,834	25,105
4,5	0,078	44,637	25,626
5,0	0,087	46,612	26,222
5,5	0,096	48,788	26,912
6,0	0,105	51,202	27,719
6,5	0,114	53,903	28,673
7,0	0,123	56,953	29,820
7,5	0,132	60,437	31,222
8,0	0,140	64,470	32,973
8,5	0,149	69,218	35,216
9,0	0,158	74,928	38,189
9,5	0,167	81,983	42,303
10,0	0,176	91,030	48,340
10,5	0,185	103,261	57,975

11,0	0,194	121,203	75,464
11,5	0,203	151,589	114,761
12,0	0,212	223,260	235,939

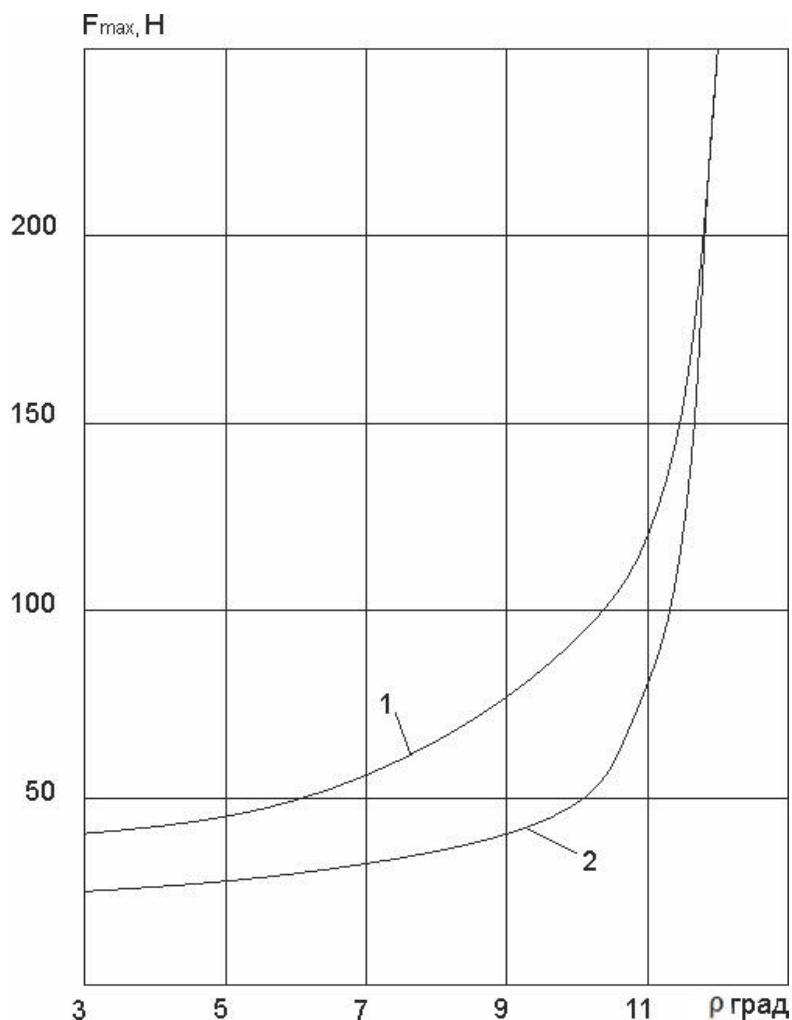


Рис. 2.2. Влияние смазки (трения) на динамические нагрузки в вязальной системе машины КО-2: 1 – сила удара иглы о клин; 2 – динамическая нагрузка в узле крепления клина

Анализ полученных результатов (рис. 2.2) показал:

- ухудшение условий смазки (увеличение угла трения) приводит к увеличению динамических нагрузок в вязальных системах;
- наиболее эффективным режимом смазки механизма вязания кругловязальных машин типа КО следует выбирать такой, при котором

коэффициент трения в парах игла-штеги, игла-клин не превышает 0,1. Максимальная сила удара иглы о клин при этом не превышает 62,5 Н, динамическая нагрузка в узле крепления клина не превышает 32,5 Н;

- в интервале $\rho = 3^0 \dots 11,7^0$ сила удара иглы о клин превышает динамические нагрузки в узле крепления клина;

- при увеличении угла трения свыше $12,45^\circ$ наблюдается явление заклинивания иглы, что приводит к ее отказам ($F_{1max} \rightarrow \infty$; $F_{2max} \rightarrow \infty$).

Приведенная методика исследований влияния эффективности смазки на работу вязального механизма кругловязальной машины может быть использована при разработке новых более эффективных видов смазки как для кругловязальных, так и для плосковязальных машин.

2.2. Влияние смазки на долговечность работы клиньев механизмов вязания вязальных машин

Вопрос долговечности клиньев вязальных систем вязальных машин является одним из наиболее актуальных вопросов трикотажного машиностроения [56]. Повышение долговечности клиньев способствует как повышению производительности машин, так и качества трикотажных изделий и полотна.

Используя результаты исследований [28, 33], срок службы клиньев может быть определен из зависимости:

$$T = \frac{\Delta H_{max} r_{np}^{0,5\beta t}}{60 n z K_m f^t q^{1+0,5\beta t}}$$

или

$$T = \frac{H_{max} r_{np}^a}{N K_m f^t q^b}, \quad (2.14)$$

где T - срок службы клина в часах (долговечность клина);

H_{max} - предельно допустимый износ клина, измеряется по нормали к рабочей поверхности;

r_{np} - приведенный радиус кривизны пары пятка иглы-клин;

$$a - \text{показатель степени, } a = 0,5\beta t; \quad (2.15)$$

β - коэффициент, учитывающий характеристику рабочей поверхности трущейся пары игла-клин,

$$\beta = \frac{1}{1 + 2\gamma}; \quad (2.16)$$

t - показатель степени кривой контактной усталости;

N - число циклов нагружения пары трения в течение одного часа работы машины,

$$N = 60nz = \frac{3600Vz}{\pi d_u}; \quad (2.17)$$

n - частота вращения игольного цилиндра машины;

z - число игл в игольном цилиндре;

V - линейная скорость игольного цилиндра;

d_u - диаметр игольного цилиндра;

K_m - параметр, характеризующий свойства материалов пары трения,

$$K_m = 2K_0 \left(\frac{4\eta}{\pi} \right)^{0,5} \cdot 0,418E^{0,5C} \frac{C}{C + 0,5}; \quad (2.18)$$

$$K_0 = C_1 \left(\frac{1 - \mu_1^2}{E} \right)^{c-t} \left(\frac{K_1}{C_2 \sigma_0} \right)^t; \quad (2.19)$$

$$\eta = \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2}; \quad (2.20)$$

μ_1, μ_2 - коэффициенты Пуассона материала иглы и клина;

E_1, E_2 - модули упругости материала иглы и клина;

$$C - \text{показатель степени, } C = 1 + \beta t; \quad (2.21)$$

E - приведенный модуль упругости материалов иглы и клина, так как материал иглы и клина одинаков ($E_1 = E_2 = E$) то $\mu_1 = \mu_2 = \mu$.

Тогда выражение (2.20) принимает вид:

$$\eta = \frac{2(1-\mu)}{E}; \quad (2.22)$$

C_1 - коэффициент, определяется по зависимости [33]:

$$C_1 = \frac{1,2\gamma^{0,5}}{K_2(1+\gamma)}; \quad (2.23)$$

γ - коэффициент кривой опорной поверхности;

K_2 - коэффициент, зависящий от параметра γ .

В выражении (2.19):

K_1 - коэффициент пропорциональности между удельной силой трения и приведенным напряжением;

$$C_2 = \left(\frac{b_1}{2}\right)^\beta \cdot \left(\frac{2,35}{K_2}\right)^{1-\beta} \cdot \left(\frac{r}{h_{max}}\right)^{0,5(1-\beta)}; \quad (2.24)$$

b_1 - коэффициент кривой опорной поверхности;

r - средний радиус вершин и выступов микронеровностей,

$$r = \sqrt{R_1 \cdot R_2}; \quad (2.25)$$

R_1, R_2 - радиусы кривизны микронеровностей в поперечном и продольном направлениях обработки поверхностей;

h_{max} - максимальная высота микронеровностей поверхностей;

σ_0 - предел прочности при однократном нагружении пары игла-клин.

В уравнении (2.14):

f - коэффициент трения в зоне взаимодействия иглы с клином;

q - удельное давление в зоне контакта иглы с клином,

$$q = \frac{F_{max}}{l \sin \alpha}; \quad (2.26)$$

F_{max} - максимальная сила удара иглы о клин (горизонтальная составляющая);

l - ширина площадки контакта иглы с клином;

α - угол встречи иглы с клином в момент удара;

b - показатель степени, $b = 1 + 0,5\beta t$. (2.27)

Поскольку целью исследований явилось определение степени влияния смазки на долговечность клиньев, преобразуем исходное уравнение (2.14).

Анализ этого уравнения показывает, что смазка оказывает влияния на долговечность клина за счет влияния ее на коэффициент трения f и на величину силы удара иглы о клин F_{max} , т.е. на q .

Уравнение (2.14) можно преобразовать в следующий вид:

$$T = \frac{A}{f^t F_{max}^b}, \quad (2.28)$$

где
$$A = \frac{H_{max} r_{np}^a (l \sin \alpha)^b}{N K}. \quad (2.29)$$

Рассмотрим пример влияния смазки на долговечность кулирного клина кругловязальной машины КО-2.

Исходные данные:

- диаметр игольного цилиндра $d_u = 450$ мм;
- линейная скорость игольного цилиндра $V = 1,0$ м/с;
- число игл в игольном цилиндре $z = 1224$;
- материал иглы - сталь У7А, твердость HRC 68...70;
- материал клина - сталь ШХ 15, твердость HRC 62...65;
- ширина площадки контакта иглы с клином $l = 2,5 \cdot 10^{-3}$ м;
- угол встречи иглы с клином $\alpha = 56^\circ$;
- модули упругости $E_1 = E_2 = E = 1,96 \cdot 10^{11}$ Н/м²;
- коэффициенты Пуассона $\mu_1 = \mu_2 = \mu = 0,29$;
- предельный износ клина [56] $H_{max} = 0,6 \cdot 10^{-3}$ м;

- константы кривой опорной поверхности [28, 33] $\gamma = 3$; $b_1 = 5$;
- радиусы кривизны микронеровностей $R_1 = 16$ мкм; $R_2 = 11300$ мкм;
- высота микронеровностей $h_{max} = 3,2$ мкм;
- предел прочности при однократном нагружении пары трения игла-клин $\sigma_0 = 7 \cdot 10^8$ Н/м²;
- коэффициент [152, 153] $t = 3$; $K_1 = 2$; $K_2 = 0,69$.

Используя исходные данные, находим:

- из уравнений (2.15), (2.21), (2.27) $a = 0,2145$; $b = 1,2145$; $C = 1,429$;
- из уравнения (2.16) $\beta = 0,143$;
- из уравнения (2.17) $N = 3,117 \cdot 10^6$ цикл/ч;
- из уравнения (2.22) $\eta = 0,724 \cdot 10^{-11}$;
- из уравнения (2.23) $C_1 = 0,753$;
- из уравнения (2.25) $r = 425,2$ мкм.

Подставляя полученные результаты в уравнение (2.24), находим:
 $C_2 = 26,5$.

Из уравнения (2.19) имеем: $K_0 = 595,4 \cdot 10^{-15}$.

Используя уравнение (2.18), находим: $K_m = 0,898 \cdot 10^{-10}$.

Так как процесс взаимодействия пятки иглы с клином носит ударный характер, обуславливающий динамические упругие деформации пары игла-клин, а также наличие стадии приработки рабочих поверхностей, приведенный радиус кривизны пары игла-клин расчетным путем определить практически невозможно. Поэтому для нахождения параметра r_{np}^a воспользуемся методикой, изложенной в работе [56]. С этой целью нами были проведены экспериментальные исследования по определению величины износа кулирного клина машины КО-2 с диаметром игольного

цилиндра 450 мм, работающей на Киевском ПТТО им. Розы Люксембург при линейной скорости игольного цилиндра 1,0 м/с.

Для получения достоверных данных на машину было установлено 25 кулирных клиньев (по 5 клиньев из 5 серийных партий, изготовленных на Черновицком ПО легкого машиностроения "Черновцылегмаш"). Продолжительность работы машины КО-2 в период эксперимента составила 2500 ч (длительность взаимодействия игл с клиньями). Для регистрации продолжительности работы машины (времени нагружения клиньев) использовался счетчик машино-часов типа СМЧ 228 ЧП, позволяющий регистрировать время работы машины с точностью $\pm 0,5\%$ [48].

Результаты эксперимента приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Исследование износа кулирного клина кругловязальной машины КО-2 (после 2500 ч работы машины)

Величина износа рабочей поверхности клина H_i , мкм	Количество повторных результатов n_i	$n_i \cdot H_i$	Погрешность отдельных измерений $\Delta H_i = \bar{H} - H_i$	$n_i (\Delta H_i)^2$
110	1	110	39,92	1593,6
112	1	112	37,92	1437,9
115	1	115	34,92	1219,4
118	1	118	31,92	1018,9
125	2	250	24,92	1242,0
130	1	130	19,92	396,8
132	1	132	17,92	321,1
135	1	135	14,92	222,6
137	1	137	12,92	166,9
140	1	140	9,92	98,4
146	2	292	3,92	30,7
153	1	153	- 3,08	9,5
161	2	322	-11,08	245,5
165	1	165	-15,08	227,4
171	3	513	-21,08	1333,1
173	1	173	-23,08	532,7
180	1	180	-30,08	904,8
185	1	185	-35,08	1230,6

192	1	192	-42,08	1770,7
194	1	194	-44,08	1943,0
	$n = 25$	$\sum 3748$		$\sum 15945,6$

Обработка результатов осуществлялась в соответствии с рекомендациями [22, 59]:

- среднее значение износа клиньев за 2500 ч работы:

$$\bar{H} = \frac{\sum n_i H_i}{n} = \frac{3748}{25} = 149,92 \text{ мкм};$$

- средняя квадратическая погрешность результатов:

$$\Delta S = \sqrt{\frac{\sum n_i (\Delta H_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{15945,6}{25(25-1)}} = 5,15 \text{ мкм};$$

- граница доверительного интервала:

$$\Delta H = t_\alpha \Delta S = 2,06 \cdot 5,15 = 10,61 \text{ мкм},$$

где $t_\alpha = 2,06$ при коэффициенте надежности 0,95 [22];

- относительная погрешность серии отделений:

$$\varepsilon = \frac{\Delta H}{\bar{H}} \cdot 100\% = \frac{10,61}{149,92} \cdot 100\% = 7,07\%;$$

- окончательный результат эксперимента:

$$H = \bar{H} \pm \Delta H = (149,92 \pm 10,61) \text{ мкм}.$$

Используя результаты исследований и предыдущих расчетов, приняв $F_{max} = 91,1 \text{ Н}$, $f = 0,17$ [10], из выражения (2.14) находим интересующий нас параметр $r_{np}^a = 99,8 \cdot 10^5$.

Здесь в (2.14), используя (2.26): $q = 4,395 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; $q^b = 43,544 \cdot 10^4$.

Подставляя полученные результаты в уравнение (2.29), находим:

$$A = 11781.$$

Таким образом, уравнение (2.28), используемое для анализа влияния смазки на долговечность клиньев вязальных систем кругловязальной машины КО-2, принимает вид:

$$T = \frac{11781}{F_{max}^{1,2145} f^3}, \text{ ч.} \quad (2.30)$$

Подставляя в уравнение (2.30) значения коэффициента трения f и величину F_{max} , с помощью ЭВМ (диапазон варьирования f и соответствующие значения F_{max} выбраны на основании исследований, представленных в работе [45]) можно получить результаты влияния трения, а следовательно и смазки на долговечность клиньев.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.4 и на рис.2.3 (кривая 1).

Таблица 2.4

Влияние смазки (трения) на долговечность кулирных клиньев кругловязальной машины КО-2 и на их износ (при $T = 10 \cdot 10^3$ ч)

Угол трения ρ , град	Коэффициент трения пары игла-клин f	Максимальная сила удара иглы о клин F_{max} , Н	Долговечность клина T , 10^3 ч	Износ кулирного клина H , мкм
3,0	0,0524	45,753	788,15	7,62
3,5	0,0611	47,055	480,48	12,50
4,0	0,0699	48,469	309,56	19,41
4,5	0,0787	50,013	208,79	28,77
5,0	0,0875	51,708	145,89	41,18
5,5	0,0963	53,581	104,81	57,32
6,0	0,1051	55,666	76,97	78,05
6,5	0,1139	58,008	57,52	104,45
7,0	0,1228	60,663	43,47	138,20
7,5	0,1316	63,711	33,28	180,53
8,0	0,1405	67,260	25,60	234,64
8,5	0,1494	71,464	19,78	303,67
9,0	0,1584	76,556	15,27	393,48
9,5	0,1673	82,901	11,76	510,68
10,0	0,1763	91,115	8,96	670,27
10,5	0,1853	102,346	6,70	896,25
11,0	0,1944	119,045	4,83	1243,39
11,5	0,2034	147,882	3,24	1852,55
12,0	0,2125	217,434	1,78	3375,44

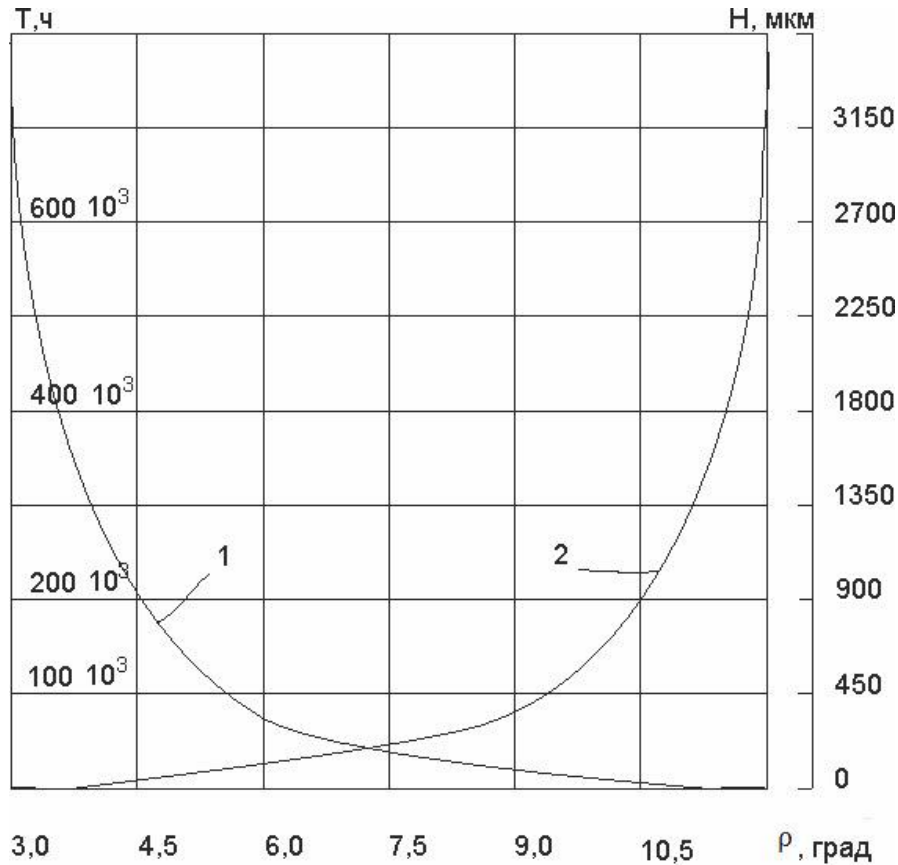


Рис. 2.3. Влияние смазки (трения) на долговечность кулирных клиньев кругловязальной машины КО-2 (кривая 1) и на износ рабочей поверхности клина (кривая 2)

Влияние смазки на величину износа клиньев можно оценить, преобразуя уравнение (2.14) в удобный для этой цели вид:

$$H = \frac{TNK_m f^t F_{max}^b}{r_{np}^a (l \sin \alpha)^b} \quad (2.31)$$

или
$$H = B f^t F_{max}^b, \quad (2.32)$$

где
$$B = \frac{TNK_m}{r_{np}^a (l \sin \alpha)^b}. \quad (2.33)$$

Приняв $T = 10000$ ч, можно получить $B = 0,51 \cdot 10^{-3}$.

Тогда уравнение (2.32) принимает вид:

$$H = 0,51 \cdot 10^{-3} F_{max}^{1,2145} f^3, \text{ м}$$

или
$$H = 510 F_{max}^{1,2145} f^3, \text{ мкм.} \quad (2.34)$$

Используя полученное уравнение (2.34), с помощью ЭВМ находим влияние трения (смазки) на износ клиньев. Результаты приведены в табл. 2.4 и на рис. 2.3 (кривая 2).

Анализ полученных результатов показывает, что смазка оказывает существенное влияние на износ рабочей поверхности клиньев вязальных систем (рис. 2.3, кривая 2), а следовательно и на их долговечность (рис. 2.3, кривая 1).

Наиболее благоприятным режимом смазки для механизма вязания кругловязальных машин типа КО является такой режим, который обеспечивает поддержание коэффициента трения пар игла-штеги, игла-клин на протяжении всего периода эксплуатации машины в пределах 0,08...0,1 (угол трения $4,5^\circ \dots 6,0^\circ$). При этом долговечность кулирного клина машин типа КО колеблется в пределах от 208,79 до 76,97 тыс. ч (от 16312 до 6013 дней при 2-х сменной работе машины с КПВ = 0,8), т. е. практически до полного износа машины.

При существующем режиме смазки [10] долговечность кулирного клина не превышает $9 \cdot 10^3$ ч или 703 дней (2,3 года работы).

2.3. Исследование влияния смазки на мощность, потребляемую механизмом вязания кругловязальной машины

Смазка оказывает существенное влияние на коэффициент трения трущихся пар материалов, используемых в механизме вязания машин [140], а следовательно и на потери трения.

Целью настоящих исследований явилось изучение влияния смазки на потребляемую механизмом вязания кругловязальной машины мощность.

При этом были приняты следующие допущения:

- коэффициенты трения пар игла-клин, игла-штеги, игла-пружинный поясок, платина-платинный клин и платина-стенки платинного паза одинаковы;

- рабочие профили игольных и платинных клиньев прямолинейны;

- режим работы кругловязальной машины - установившееся движение;

Как известно [49], для однофонтурной кругловязальной машины:

$$P = P_1 + P_2, \quad (2.35)$$

где P - мощность, потребляемая механизмом вязания;

P_1 - мощность, затрачиваемая для обеспечения движения игл вязальных систем;

P_2 - мощность, затрачиваемая для движения платин;

$$P_1 = T_1 \omega, \quad (2.36)$$

где T_1 - момент сил сопротивления движению игл;

ω - угловая скорость игольного цилиндра.

На основании исследований [49] имеем:

$$T_1 = n \frac{d_y}{2} \left(\cos \alpha_1 \sum_{i=1}^{n_1} F_{1i} + \cos \alpha_2 \sum_{i=1}^{n_2} F_{2i} \right), \quad (2.37)$$

где n - количество вязальных систем;

d_y - диаметр игольного цилиндра;

n_1 - количество игл, находящихся во взаимодействии с заключающим клином;

F_{1i} - сила давления заключающего клина на пятку i -ой иглы;

α_1 - угол наклона сил F_{1i} к горизонту,

$$\alpha_1 = 90^\circ - (\alpha_n + \rho); \quad (2.38)$$

α_n - угол профиля заключающего клина;

ρ - угол трения пар игла-закрывающий клин, игла-кулирный клин;

n_2 - количество игл, находящихся во взаимодействии с кулирным клином;

F_{2i} - сила давления кулирного клина на пятку i -ой иглы;

α_2 - угол наклона силы F_{2i} к горизонту,

$$\alpha_2 = 90^\circ - (\alpha_k + \rho); \quad (2.39)$$

α_k - угол профиля кулирного клина.

На основании [49, 50] можно записать:

$$F_{1i} = \frac{F_{om}(a_{2i}a_{9i} - a_{4i}a_{6i}) + F_u(a_{3i}a_{9i} + a_{4i}a_{7i}) + (Q_u \pm F_u)(a_{4i}a_{8i} - ca_{9i})}{a_{1i}a_{9i} - a_{4i}a_{9i}}, \quad (2.40)$$

где F_{om} - усилие оттяжки полотна в расчете на одну петлю;

F_u - центробежная сила, действующая на иглу;

Q_u - вес иглы;

F_u - сила инерции иглы;

$$a_{1i} = (a + b) \left[\cos(\alpha_n + \rho) - \frac{2}{\Delta} (X_{5i} - X_{4i} + K_1 f) \sin(\alpha_n + \rho) \right], \quad (2.41)$$

где a, b, Δ, K_1 - конструктивные размеры иглы (см. рис. 81 [49]);

X_{4i}, X_{5i} - координаты положения иглы в процессе ее подъема на заключение [49];

f - коэффициент трения пары игла-пружинный поясок.

$$a_{2i} = \cos(\alpha_i + \rho)(X_{6i} - X_{4i} + K_1 f) - Y_{1i} \sin(\alpha_i + \rho), \quad (2.42)$$

где Y_{1i} - конструктивный размер иглы;

X_{6i} - координата положения петли относительно иглы.

$$a_{3i} = X_{4i} - X_3 - K_1 f, \quad (2.43)$$

где X_3 - координата центра тяжести иглы.

$$a_{4i} = K \left[\sin \rho - \frac{2}{\Delta} (X_{5i} - X_{4i} + K_1 f) \cos \rho \right], \quad (2.44)$$

где K - конструктивный параметр иглы.

$$a_{5i} = \cos(\alpha_n + \rho) - \frac{(a+b) \left[\frac{2X_{5i}}{\Delta} \sin(\alpha_n + \rho) - \cos(\alpha_n + \rho) \right]}{\frac{X_{4i}}{f} - K_1} +$$

$$+ \left[1 - \frac{2(a+b)}{\Delta} \right] f \sin(\alpha_n + \rho). \quad (2.45)$$

$$a_{6i} = \sin(\alpha_i + \rho) - \frac{X_{6i} \cos(\alpha_i + \rho) - Y_{1i} \sin(\alpha_i + \rho)}{\frac{X_{4i}}{f} - K_1}; \quad (2.46)$$

$$a_{7i} = \frac{X_3}{\frac{X_{4i}}{f} - K_1}; \quad (2.47)$$

$$a_{8i} = 1 + \frac{c}{\frac{X_{4i}}{f} - K_1}, \quad (2.48)$$

где c - координата центра тяжести иглы;

$$a_{9i} = \left[2 + \frac{\left(1 - \frac{2X_{5i}}{\Delta f} \right) K}{\frac{X_{4i}}{f} - K_1} - \frac{2K}{\Delta} \right] \sin \rho. \quad (2.49)$$

Анализ выражений (2.40)...(2.49) показывает, что смазка путем влияния ее на трение оказывает существенное влияние на величину силы давления заключающего клина на иглы.

Рассмотрим влияние смазки на давление кулирного клина на иглы.

Используя результаты исследований [49, 50], запишем:

$$F_{2i} = \frac{F_{om}(b_{4i}b_{6i} - b_{2i}b_{10i}) + F_u(b_{3i}b_{10i} - b_{4i}b_{7i}) - (Q_u \pm F_u)(cb_{10i} + b_{4i}b_{8i})}{b_{1i}b_{10i} - b_{4i}b_{10i}} +$$

$$+ \frac{F_i(b_{4i}b_{9i} + hb_{10i})}{b_{1i}b_{10i} - b_{4i}b_{10i}}, \quad (2.50)$$

где F_i - усилие кулирования петли;

h - плечо силы кулирования;

$$b_{1i} = (a + b) \left[\frac{2}{\Delta} (X_{8i} + K_1 f) \sin(\alpha_{\kappa} + \rho) - \cos(\alpha_{\kappa} + \rho) \right]; \quad (2.51)$$

$$b_{2i} = (X_{8i} - X_{9i} + K_1 f) \cos(\alpha_{1i} + \rho) - Y_{2i} \sin(\alpha_{1i} + \rho), \quad (2.52)$$

где α_{1i} - угол, учитывающий трение петли по игле и ее положение;

$$b_{3i} = X_{8i} - X_3 + K_1 f; \quad (2.53)$$

$$b_{4i} = \frac{2K}{\Delta} (X_{8i} + K_1 f) \cos \rho - K \sin \rho; \quad (2.54)$$

$$b_{5i} = \left[1 - \frac{2(a+b)}{\Delta} \right] f \sin(\alpha_{\kappa} + \rho) - \frac{(a+b) \cos(\alpha_{\kappa} + \rho)}{\frac{X_{8i}}{f} + K_1} + \cos(\alpha_{\kappa} + \rho); \quad (2.55)$$

$$b_{6i} = \sin(\alpha_{1i} + \rho) - \frac{X_{9i} \cos(\alpha_{1i} + \rho) + Y_{2i} \sin(\alpha_{1i} + \rho)}{\frac{X_{8i}}{f} + K_1}, \quad (2.56)$$

где Y_{2i} - конструктивный размер иглы;

$$b_{7i} = \frac{3X_3}{\frac{X_{8i}}{f} + K_1}; \quad (2.57)$$

$$b_{8i} = 1 - \frac{c}{\frac{X_{8i}}{f} + K_1}; \quad (2.58)$$

$$b_{9i} = 1 - \frac{h}{\frac{X_{8i}}{f} + K_1}; \quad (2.59)$$

$$b_{10i} = 2 \left[1 - \frac{K}{\Delta} - \frac{K}{2 \left(\frac{X_{8i}}{f} + K_1 \right)} \right] \sin \rho. \quad (2.60)$$

Мощность, затрачиваемая механизмом вязания для обеспечения движения платин P_2 , может быть определена из выражения:

$$P_2 = T_2 \omega, \quad (2.61)$$

где T_2 момент сил сопротивления движению платин.

Используя [49], можно записать:

$$T_2 = \frac{n}{2} \left(\cos \alpha_3 \sum_{i=1}^{n_3} F_{3i} d_{1i} + \cos \alpha_4 \sum_{i=1}^{n_4} F_{4i} d_{2i} \right), \quad (2.62)$$

где α_3, α_4 - углы наклона соответственно сил F_{3i} и F_{4i} к горизонту,
 $\alpha_3 = 90^0 - \alpha_\theta - \rho$; $\alpha_4 = 90^0 - \alpha_\gamma - \rho$;

n_3, n_4 - количество платин, находящихся во взаимодействии с платинным клином, выдвигающим платины к центру цилиндра и от центра цилиндра машины соответственно;

F_{3i}, F_{4i} - силы давления платинного клина на i -ю платину при выдвигании ее соответственно к центру и от центра игольного цилиндр;

d_{1i}, d_{2i} - диаметры зоны взаимодействия i -ой платины с клином при движении ее соответственно к центру и от центра игольного цилиндра машины.

Как известно [49, 50]:

$$\begin{aligned} d_{1i} &= d_n + t_n (n_3 - 1) \operatorname{tg} \alpha_3; \\ d_{2i} &= d_n + B + t_n (i - 1) \operatorname{tg} \alpha_4, \end{aligned} \quad (2.63)$$

где d_n - диаметр платинных замков;

t_n - шаг платин;

B - конструктивный размер платины.

Сила давления платинного клина на платину при выдвигании ее к центру игольного цилиндра определяется из условия [49]:

$$F_3 = \frac{F_n (f \sin \delta + \cos \delta) + Q_n f - (F_u \pm F_u)}{\cos(\alpha_\theta + \rho) - f \sin(\alpha_\theta + \rho)}, \quad (2.64)$$

где F_n - сила давления полотна на платину;

δ - угол действия силы F_n ,

$$\delta = 45^0 + 0,5\psi; \quad (2.65)$$

ψ - угол, образуемый вертикалью и полотном;

Q_n - вес платины;

F_u - центробежная сила платины;

F_u - сила инерции платины;

α_ρ - угол профиля платинного клина на участке выдвигения платины к центру игольного цилиндра машины.

Сила давления платинного клина на платину при движении ее от центра игольного цилиндра определяется из выражения [49]:

$$F_4 = \frac{F_n(f \sin \delta - \cos \delta) + fQ_n + F_u \pm F_u}{\cos(\alpha_y + \rho) - f \sin(\alpha_y + \rho)}, \quad (2.66)$$

где α_y - угол профиля платинного клина на участке удаления платин от центра игольного цилиндра машины.

Анализ уравнений (2.50)...(2.60) и (2.62), (2.64), (2.66) показывает, что смазка оказывает влияние на силу давления кулирного клина на иглы, а также на давление платинных клиньев на платины.

Следовательно, можно утверждать, что выбор рационального режима смазки механизма вязания окажет существенное влияние на величину мощности, потребляемой механизмом вязания в процессе работы вязальной машины.

Рассмотрим пример влияния смазки на мощность механизма вязания кругловязальной машины типа КО (однофонтурная кругловязальная машина МС-5 [23]).

Исходные данные:

- диаметр игольного цилиндра $d_y = 500$ мм;
- класс машины 22;
- игольный шаг $t = 1,15$ мм;
- количество вязальных систем $\Pi = 60$;
- количество игл (платин) в машине $n = 1356$;

- количество игл, находящихся во взаимодействии с кулирным клином $n_2 = 10$;
- количество игл, находящихся во взаимодействии с заключающим клином $n_1 = 11$;
- количество платин, находящихся во взаимодействии с платинным клином, выводящим платины к центру цилиндра $n_3 = 6$;
- количество платин, находящихся во взаимодействии с платинным клином, уводящим платины от центра цилиндра $n_4 = 6$;
- вес иглы (поз. 0-388) $Q_u = 0,7$ сН;
- вес платины (поз. 4-1160) $Q_n = 0,6$ сН;
- заправка машины (гладь кулирная) - х/б пряжа 16,7х2 текс;
- линейная скорость игольного цилиндра $V = 0,71$ м/с;
- углы профилей клиньев: $\alpha_n = 55^0$; $\alpha_k = 56^0$; $\alpha_g = \alpha_y = 41,5^0$;
- усилие оттяжки полотна в расчете на одну петлю $F_{om} = 15$ сН;
- размеры иглы (см. рис.81, 87 [49]) в мм: $a = 5,2$; $b = 3,8$; $\Delta = 0,5$;
 $K_1 = 1,6$; $K = 4$; $c = 1,4$; $h = 0,75$; $X_1 = 11,5$; $X_2 = 13$; $X_3 = 29$; $X_7 = 13$.

Определяем координаты положения иглы при ее подъеме.

Согласно [49]:

$$\begin{aligned}
 X_{4i} &= X_{4max} - (i-1)tg_{\theta i}; \\
 X_{5i} &= X_{5max} - (i-1)tg_{\theta i}; \\
 X_{6i} &= X_{6max} - (i-1)tg_{\theta i},
 \end{aligned}
 \tag{2.67}$$

где X_{4max} , X_{5max} , X_{6max} - максимальное значение соответствующих координат;

$t_{\theta i}$ - вертикальный игольный шаг.

Учитывая, что [49] $X_{4max} = 51,5$ мм, $X_{5max} = 80$ мм, $X_{6max} = 87$ мм, $t_{g(4...11)} = 1,64$ мм, находим величины X_{4i} , X_{5i} , X_{6i} . Результаты расчетов сводим в табл. 2.5 (параметр Y_{1i} определен путем измерений).

Таблица 2.5

Значение параметров для определения силы давления подъемного (закрывающего) клина кругловязальной машины типа МС – 5 на иглы

Значение параметра	№ иглы										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X_{4i} , мм	51,5	50,8	50,2	48,5	46,9	45,2	43,6	42	40,3	38,7	37
X_{5i} , мм	80	79,3	78,7	77	75,4	73,8	72,1	70,5	68,8	67,2	65,6
X_{6i} , мм	87	86,3	85,7	84	82,4	80,8	79,1	77,5	75,8	74,2	72,6
Y_{1i} , мм	0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2	1	0,9	0,8	0,8	0,8
α_{1i} , град	17,22	17,22	17,22	17,22	17,22	17,22	17,22	17,22	17,22	17,22	17,22

Учитывая свойства пряжи [12], имеем: $f_{np} = 0,31$ ($\rho_{np} = 17,22^0$).

Используя исходные данные и уравнение (2.41), находим:

$$a_{1i} = 9[\cos(55^0 + \rho) - 4(X_{5i} - X_{4i} + 1,6f)\sin(55^0 + \rho)]. \quad (2.68)$$

Уравнение (2.42) с учетом исходных данных принимает вид:

$$a_{2i} = (X_{6i} - X_{4i} + 1,6f)\cos(\alpha_i + \rho) - Y_{1i}\sin(\alpha_i + \rho). \quad (2.69)$$

Используя исходные данные и результаты табл. 2.5, выражение (2.43) принимает вид:

$$a_{3i} = X_{4i} - 29 - 1,6f. \quad (2.70)$$

Аналогично выражение (2.44) с учетом исходных данных имеет вид:

$$a_{4i} = 4[\sin \rho - 4(X_{5i} - X_{4i} + 1,6f)\cos \rho]. \quad (2.71)$$

Выражения (2.45), (2.46) с учетом исходных данных можно преобразовать в вид:

$$a_{5i} = \cos(55^0 + \rho) - \frac{9[4X_{5i}\sin(55^0 + \rho) - \cos(55^0 + \rho)]}{\frac{X_{4i}}{f} - 1,6} - 35f\sin(55^0 + \rho). \quad (2.72)$$

$$a_{6i} = \sin(\alpha_i + \rho_{np}) - \frac{X_{6i} \cos(\alpha_i + \rho) - Y_{1i} \sin(\alpha_i + \rho)}{\frac{X_{4i}}{f} - 1,6}; \quad (2.73)$$

Выражение (2.47), (2.48), (2.49) с учетом исходных данных принимают вид:

$$a_{7i} = \frac{29}{\frac{X_{4i}}{f} - 1,6}; \quad (2.74)$$

$$a_{8i} = 1 + \frac{1,4}{\frac{X_{4i}}{f} - 1,6}; \quad (2.75)$$

$$a_{9i} = \left[\frac{4 \left(1 - \frac{4X_{5i}}{f} \right)}{\frac{X_{4i}}{f} - 1,6} - 14 \right] \sin \rho. \quad (2.76)$$

Приняв $F_{om} = 15$ сН [12]; $F_y = 0,14$; $F_u = 0$, уравнение (2.40) можно записать в виде:

$$F_{1i} = \frac{15(a_{2i}a_{9i} - a_{4i}a_{6i}) + 0,14(a_{3i}a_{9i} + a_{4i}a_{7i}) + 0,7(a_{4i}a_{8i} - 1,4a_{9i})}{a_{1i}a_{9i} - a_{4i}a_{5i}}. \quad (2.77)$$

Определяем параметры, входящие в уравнение для нахождения силы давления кулирного клина на пятки игл.

Используя исходные данные, выражение (2.51) принимает вид:

$$b_{1i} = 9 \left[4(X_{8i} + 1,6f) \sin(56^\circ + \rho) - \cos(56^\circ + \rho) \right]. \quad (2.78)$$

Выражение (2.52) с учетом исходных данных принимает вид:

$$b_{2i} = (X_{8i} - X_{9i} + 1,6f) \cos(\alpha_{1i} + \rho) - Y_{2i} \sin(\alpha_{1i} + \rho), \quad (2.79)$$

где значение параметров X_{8i} , X_{9i} , Y_{2i} , α_{1i} представлено в табл. 2.6.

Выражения (2.53), (2.54) преобразуем в вид:

$$b_{3i} = X_{8i} - 29 + 1,6f; \quad (2.80)$$

$$b_{4i} = 16(X_{8i} + 1,6f) \cos \rho - 4 \sin \rho. \quad (2.81)$$

Таблица 2.6

Значение параметров для определения силы давления кулирного клина вязальной машины типа КО на иглы

Параметр	№ иглы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X_{8i} , мм	37,0	37,8	39,53	41,24	42,95	44,66	46,37	48,08	49,79	51,5
X_{9i} , мм	65,6	66,3	68,0	69,7	71,4	73,16	74,87	76,58	78,29	80
Y_{li} , мм	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,4	1,4	0
α_{li} , град	17,2	17,2	17,2	35,22	35,2	35,22	35,22	35,22	17,22	17,22
F_i , сН	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80,6

Выражения (2.55), (2.56) для удобства последующих расчетов преобразуем в вид:

$$b_{5i} = -35f \sin(56^0 + \rho) - \frac{9 \cos(56^0 + \rho)}{\frac{X_{8i}}{f} + 1,6} + \cos(56^0 + \rho); \quad (2.82)$$

$$b_{6i} = \sin(\alpha_{li} + \rho) - \frac{X_{9i} \cos(\alpha_{li} + \rho) + Y_{2i} \sin(\alpha_{li} + \rho)}{\frac{X_{8i}}{f} + 1,6}, \quad (2.83)$$

Используя исходные данные, уравнения (2.57)...(2.60) преобразуем в

вид:

$$b_{7i} = \frac{29}{\frac{X_{8i}}{f} + 1,6}; \quad (2.84)$$

$$b_{8i} = 1 - \frac{1,4}{\frac{X_{8i}}{f} + 1,6}; \quad (2.85)$$

$$b_{9i} = 1 - \frac{0,75}{\frac{X_{8i}}{f} + 1,6}; \quad (2.86)$$

$$b_{10i} = -2 \left(7 + \frac{2}{\frac{X_{8i}}{f} + 1,6} \right) \sin \rho. \quad (2.87)$$

Выражения (2.50) с учетом исходных данных представим в виде:

$$F_{2i} = \frac{15(b_{4i}b_{6i} - b_{2i}b_{10i}) + 0,14(b_{3i}b_{10i} - b_{4i}b_{7i}) - 0,7(1,4b_{10i} + b_{4i}b_{8i})}{b_{1i}b_{10i} - b_{4i}b_{10i}} + \frac{F_i(b_{4i}b_{9i} + 0,75b_{10i})}{b_{1i}b_{10i} - b_{4i}b_{10i}}, \quad (2.88)$$

Значение силы кулирования F_i представлены в табл. 2.6.

Уравнение (2.37) для определения момента сил сопротивления движения игл кругловязальной машины типа КО с учетом ее параметров принимает вид:

$$T_1 = 0,15 \left(\cos(35^0 - \rho) \sum_{i=1}^{11} F_{1i} + \cos(34^0 - \rho) \sum_{i=0}^9 F_{2i} \right), \text{ Нм.} \quad (2.89)$$

$$\text{Учитывая, что для нашего случая } \omega = \frac{2V}{d_y} = \frac{2 \cdot 0,71}{500 \cdot 10^{-3}} = 2,84 \text{ с}^{-1},$$

мощность, необходимая для обеспечения движения игл, определяется из уравнения:

$$P_1 = 0,426 \left(\cos(35^0 - \rho) \sum_{i=1}^{11} F_{1i} + \cos(34^0 - \rho) \sum_{i=0}^9 F_{2i} \right), \text{ Вт.} \quad (2.90)$$

Уравнение (2.64) для определения силы давления платинного клина на платину при выдвигении ее к центру игольного цилиндра для нашего случая принимает вид (здесь учтено, что [49] $F_n = 2F_{om} \sin 37,5^0 = 2 \cdot 15 \cdot 0,608 = 18,26 \text{ сН}$, $F_y = 0,125 \text{ сН}$, $F_u = 0$, $\psi = 15^0$, $\delta = 52,5^0$):

$$F_3 = \frac{18,26(0,793f + 0,608) + 0,6f - 0,125}{\cos(41,5^0 + \rho) - f \sin(41,5^0 + \rho)}.$$

Или

$$F_3 = \frac{10,977 + 15,08}{\cos(41,5^0 + \rho) - f \sin(41,5^0 + \rho)}, \text{ сН.} \quad (2.91)$$

Уравнение (2.66) для определения силы давления платинного клина на платину при удалении ее от центра игольного цилиндра с учетом исходных данных имеет вид:

$$F_4 = \frac{18,26(0,793f - 0,608) + 0,6f + 0,125}{\cos(41,5^0 + \rho) - f \sin(41,5^0 + \rho)}.$$

Или

$$F_4 = \frac{15,08f - 10,977}{\cos(41,5^0 + \rho) - f \sin(41,5^0 + \rho)}. \quad (2.92)$$

Учитывая, что $\alpha_6 = \alpha_y$, выражение (2.62) принимает вид:

$$T_2 = 0,3 \left(6F_3 \sum_{i=1}^6 d_{1i} + 6F_4 \sum_{i=1}^6 d_{2i} \right) \cos(48,5^0 - \rho), \text{ Нм}. \quad (2.93)$$

При получении уравнения (2.93) учтено $\alpha_3 = \alpha_4 = 48,5^0 - \rho$.

Так как [49] $\sum_{i=1}^6 d_{1i} = 3076 \text{ мм}$; $\sum_{i=1}^6 d_{2i} = 3188 \text{ мм}$, выражение (2.93)

принимает вид:

$$T_2 = (5,537F_3 + 5,738F_4) \cos(48,5^0 - \rho), \text{ Нм}. \quad (2.94)$$

Мощность, затрачиваемая на движение платин механизма вязания может быть определена из уравнения:

$$P_2 = (15,725F_3 + 16,296F_4) \cos(48,5^0 - \rho), \text{ Вт}. \quad (2.95)$$

С целью оценки влияния смазки на потребляемую механизмом вязания кругловязальной машины мощность произведем с помощью ЭВМ соответствующие вычисления, используя полученные ранее выражения. В качестве диапазона изменения коэффициента трения принимаем [45]: $\rho = 3^0 \dots 12^0$, $\Delta\rho = 0,5^0$, ($f = 0,0524 \dots 0,2125$).

Алгоритмом расчетов (при этом используются данные табл. 2.5, 2.6) целесообразно принять следующим:

1. Используя уравнение (2.68), определяем массив параметров $a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{111}$ для заданных значений ρ .

2. Из уравнения (2.69) находим массив параметров $a_{21}, a_{22}, a_{23}, \dots, a_{211}$.
3. Из уравнения (2.70) находим массив параметров $a_{31}, a_{32}, a_{33}, \dots, a_{311}$.
4. Из уравнения (2.71) определяем массив параметров $a_{41}, a_{42}, a_{43}, \dots, a_{411}$.
5. Используя уравнение (2.72), находим массив параметров $a_{51}, a_{52}, a_{53}, \dots, a_{511}$.
6. Из выражения (2.73) определяем массив параметров $a_{61}, a_{62}, a_{63}, \dots, a_{611}$.
7. Из (2.74) находим массив $a_{71}, a_{72}, a_{73}, \dots, a_{711}$.
8. Используя уравнение (2.75), находим массив параметров $a_{81}, a_{82}, a_{83}, \dots, a_{811}$.
9. Из выражения (2.76) определяем $a_{91}, a_{92}, a_{93}, \dots, a_{911}$.
10. Из уравнения (2.77) находим массив параметров $F_{11}, F_{12}, F_{13}, \dots, F_{111}$ и их сумму $\sum_{i=1}^{11} F_{1i}$ для заданных значений ρ .
11. Из уравнения (2.78) находим массив параметров $b_{10}, b_{11}, b_{12}, \dots, b_{19}$.
12. Из выражения (2.79) определяем массив параметров $b_{20}, b_{21}, b_{22}, \dots, b_{29}$.
13. Из уравнения (2.80) находим массив параметров $b_{30}, b_{31}, b_{32}, \dots, b_{39}$.
14. Из уравнения (2.81) находим массив параметров $b_{40}, b_{41}, b_{42}, \dots, b_{49}$.
15. Из уравнения (2.82) находим массив параметров $b_{50}, b_{51}, b_{52}, \dots, b_{59}$.

16. Используя уравнение (2.83), находим массив параметров $b_{60}, b_{61}, b_{62}, \dots, b_{69}$.
17. Из уравнения (2.84) находим массив параметров $b_{70}, b_{71}, b_{72}, \dots, b_{79}$.
18. Из выражения (2.85) находим массив параметров $b_{80}, b_{81}, b_{82}, \dots, b_{89}$.
19. Из уравнения (2.86) находим массив параметров $b_{90}, b_{91}, b_{92}, \dots, b_{99}$.
20. Из уравнения (2.87) находим массив параметров $b_{100}, b_{101}, b_{102}, \dots, b_{109}$.
21. Из уравнения (2.88) определяем массив параметров $F_{20}, F_{21}, F_{22}, \dots, F_{29}$ и их сумму $\sum_{i=1}^9 F_{2i}$.
22. Используя выражение (2.90), находим мощность P_1 , необходимую для обеспечения движения игл при различных значениях $f(\rho)$.
23. Из уравнения (2.91) находим значения силы F_3 для различной величины параметра $f(\rho)$.
24. Из уравнения (2.92) определяем значение силы F_4 при различных значениях коэффициента трения.
25. Из выражения (2.95) находим мощность P_2 , необходимую для обеспечения движения платин при различных значениях коэффициента трения $f(\rho)$.
26. Используя уравнение (2.35), находим потребляемую механизмом вязания кругловязальной машины мощность при различных значениях коэффициента трения $f(\rho)$.

Результаты исследований приведены на рис. 2.4.

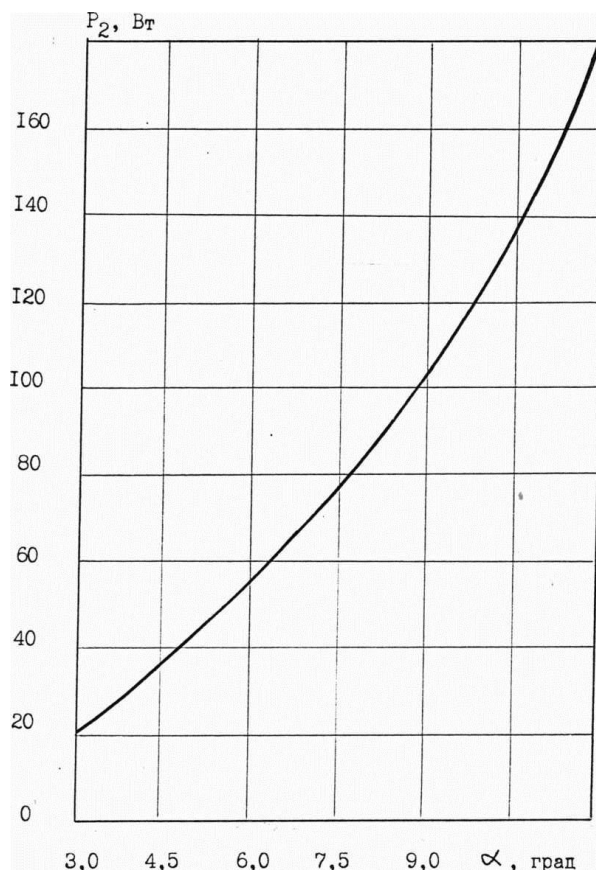


Рис. 2.4. Влияние смазки (трения) на величину мощности, затрачиваемой на движение платин вязальной машины МС-5

В результате выполненных исследований установлено следующее:

1. Смазка оказывает существенное влияние на динамические нагрузки в механизме вязания кругловязальной машины. При этом с ухудшением условий смазки сила удара иглы о клин увеличивается. При изменении коэффициента трения от 0,05 до 0,16 (в 3,2 раза) максимальная сила удара иглы о клин увеличивается в 1,67 раза. Дальнейшее увеличение трения приводит к резкому возрастанию динамических нагрузок - увеличение коэффициента трения от 0,16 до 0,21 (всего в 1,3 раза) приводит к увеличению максимальной силы удара в зоне взаимодействия иглы с клином в 2,84 раза.

2. Эффективным режимом смазки механизма вязания вязальных машин является такой режим, при котором коэффициент трения пар игла-

штеги и игла-клин не превышает 0,1. Максимальная сила удара иглы о клин вязальной машины типа КО при этом не превышает 54,75 Н.

3. Смазка оказывает существенное влияние на износ рабочей поверхности клина вязальной системы, а, следовательно, и на его долговечность.

4. Наиболее благоприятным для долговечности работы клиньев режимом смазки механизма вязания является такой режим, который обеспечивает поддержание коэффициентов трения игла-штеги и игла-клин в пределах 0,08...0,1 на протяжении всего периода эксплуатации машины.

При этом долговечность кулирного клина кругловязальной машин типа КО, как наиболее нагруженного, колеблется, примерно, в пределах от $209 \cdot 10^3$ до $77 \cdot 10^3$ часов. При существующих условиях смазки долговечность кулирного клина не превышает $9 \cdot 10^3$ ч.

5. Смазка оказывает заметное влияние на мощность, потребляемую механизмом вязания вязальной машины, и с этим необходимо считаться при разработке систем смазки механизмов вязания современных вязальных машин.

6. С ухудшением условий смазки (увеличение коэффициента трения) потребляемая механизмом вязания мощность увеличивается.

7. Установлено, что для однофонтурных кругловязальных машин типа КО в возможном диапазоне изменения угла трения пар игла-штеги, игла-клинья, платина-платинные замки, платина-пазы и др. от 3° до 12° (изменение коэффициента трения от 0,052 до 0,212) в качестве коэффициента K_p влияния смазки на мощность, потребляемую механизмом вязания, при инженерных расчетах можно принимать $K_p = 1,85$ (например, при увеличении угла трения в 2 раза потребляемая механизмом вязания мощность возрастает в 3,7 раза).

РАЗДЕЛ 3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЗКИ МЕХАНИЗМОВ ВЯЗАНИЯ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

3.1. Исследование влияния вязкости смазочного материала на отказы игл вязальных машин

Смазочные материалы оказывают существенное влияние на работу механизмов машин [25, 62]. Особенно актуальным является вопрос влияния смазки на работу механизма вязания вязальных машин высоких классов, какими являются машины типа КО [35].

В процессе работы машины температура узлов трения ее повышается от температуры окружающей среды до установившейся температуры (60...80° С для вязальных машин [52]). При этом изменяется вязкость смазочного материала [34, 38, 60], что оказывает влияние на работу узлов трения.

Изменение в период неустановившегося температурного режима работы вязальной машины вязкости смазочного материала, используемого для смазки механизма вязания, приводит к изменению условий работы игл, что является, на наш взгляд, одной из причин их отказа.

Задачей настоящих исследований явилось определение зависимости вязкости масла, используемого для смазки игл и платин механизма вязания кругловязальной машины типа КО, от температуры и влияние вязкости масла на отказ игл.

Как известно [60], для определения вязкости масла можно использовать формулу Фальца:

$$\eta_t = \frac{\mu \cdot 10^4}{(0,1t)^{2,6} \rho_t} \text{ сст}, \quad (3.1)$$

где η_t - вязкость масла при заданной температуре;

μ - коэффициент, зависящий от свойства масла;

ρ_t - плотность масла при заданной температуре t .

Плотность масла в зависимости от температуры определяется из формулы:

$$\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \alpha(t - 20)}, \quad (3.2)$$

где ρ_{20} - плотность масла при 20°C ;

α - коэффициент расширения масла.

Учитывая свойства масла, используемого для смазки игл и платин механизма вязания кругловязальных машин типа КО (масло Трикол ТУ-38-УССР 2-01-325-79 [35]), на основании данных [60] имеем: $\mu = 0,1193$; $\rho_{20} = 0,9 \text{ г/см}^3$; $\alpha = 73,4 \cdot 10^{-5}$.

Используя формулы (3.1), (3.2), можно определить влияние температуры на вязкость и плотность масла. Результаты приведены в табл.3.1 и на рис. 3.1.

Таблица 3.1

Влияние температуры на вязкость и плотность масла, используемого для смазки игл и платин механизма вязания кругловязальной машины КО-2

Температура пар трения (иглы-клинья, иглы-штеги, иглы-пружинные пояски) механизма вязания, $^{\circ}\text{C}$	Плотность масла, г/см^3	Вязкость масла, ссм
20	0,9	218,6
25	0,896	122,9
30	0,893	76,8
35	0,890	51,6
40	0,887	36,6
45	0,884	27,0
50	0,881	20,6
55	0,877	16,2
60	0,874	12,9
65	0,871	10,5
70	0,868	8,7
75	0,865	7,3
80	0,862	6,2

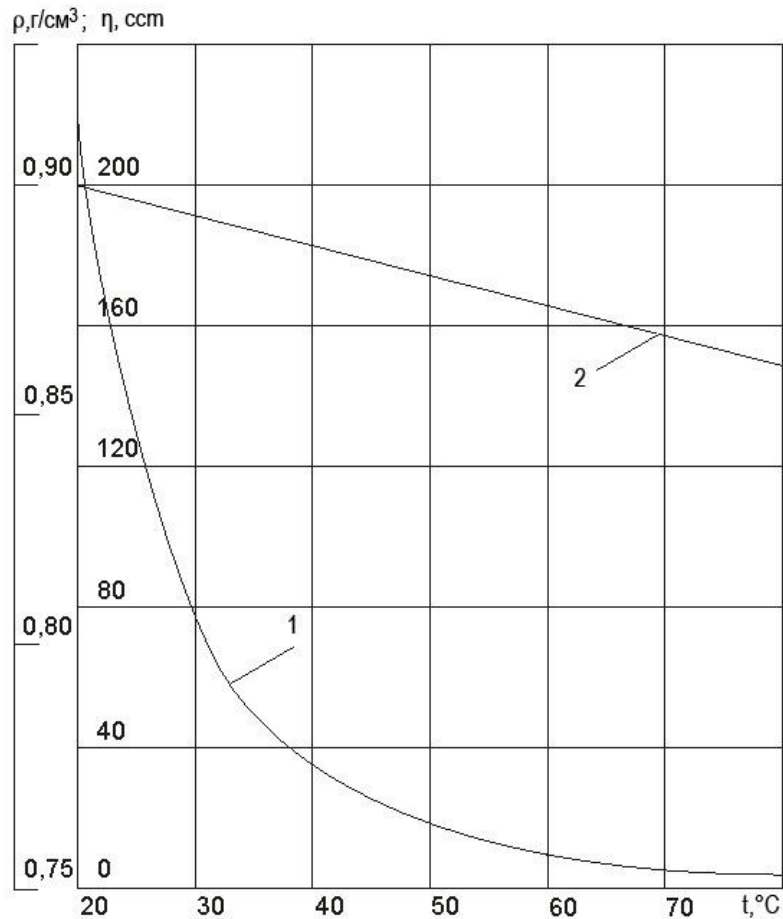


Рис. 3.1. Влияние температуры пар трения механизма вязания кругловязальной машины типа КО на вязкость масла (1) и на его плотность (2)

Как видно из результатов исследований, температура масла оказывает существенное влияние на его плотность и вязкость (при изменении температуры от 20°C до 80°C вязкость масла уменьшается с 218,6 до 6,2 сст, т.е. примерно в 35 раз).

Задачей дальнейших исследований явилось наблюдение отказов игл кругловязальных машин КО-2 для подтверждения влияния вязкости смазывающего материала на их интенсивность.

Наблюдения проводились на Горловском арендном производственно-торговом объединении «Альтари», Киевском ПТО им. Розы Люксембург, Кишиневском ПТО «Стяуа Рошие», Луганском ПТО

«Лутри», Львовском арендном трикотажном предприятии «Промінь», Мукачевском ПТТО «Мрія», Николаевской фирме «Аура», Харьковском ПТТО и на Черновицком ПТТО.

На каждом из указанных предприятий наблюдения проводились на пяти машинах КО-2. Количество наблюдений за работой каждой машины было принято равным 15, что явилось вполне достаточным для получения достоверной информации [61]. Кроме того, для получения сопоставимых результатов в процессе эксперимента соблюдались следующие условия:

- диаметры игольных цилиндров машин были одинаковыми (500мм);
- линейная скорость игольного цилиндра каждой из машин была одинаковой (примерно 1 м/с);
- заправка и вид переплетения (кулирная гладь) принимались одинаковыми;
- наблюдения проводились на первой смене, когда машина перед пуском была "холодной", т.е. температура машины (механизма вязания) была равной температуре окружающей среды;
- наблюдение считалось состоявшимся, если КПВ машины был не ниже 0,7 [150];
- на период наблюдений был принят следующий режим эксплуатации кругловязальных машин: работа машины - 4 ч; обеденный перерыв – 0,5 ч; работа машины - 4 ч;
- массовый отказ игл, обусловленный аварийными ситуациями в расчет не принимался.

С целью выяснения влияния вязкости масла (температуры механизма вязания) время работы машины было разбито на восемь контролируемых интервалов: 0-1; 1-2; 2-3; 3-4; 4-5; 5-6; 6-7; 7-8 продолжительностью по одному часу каждый.

Результаты наблюдений влияния вязкости масла на отказы игл представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

**Результаты наблюдений влияния смазки на отказы
игл кругловязальных машин КО-2**

Предприятие	Количество отказов игл (среднее) в течение контролируемого интервала работы машины, ч								Суммарное количество отказов игл (среднее)
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	
Горловское ПТТО «Альтаир»	5,3	1,8	1,6	1,1	2,6	1,7	1,2	0,8	16,1
Киевское ПТО им. Р.Люксембург	6,6	2,4	1,9	1,5	3,2	2,1	1,6	1,3	20,6
Кишиневское ПТО «Стяуа Рошие»	7,4	2,6	2,1	1,5	3,6	2,4	1,8	1,2	22,6
Луганское ПТО «Лутри»	5,8	2,1	1,8	1,2	3,0	1,9	1,4	0,9	18,1
Львовское ПТП «Промінь»	6,1	2,0	1,7	1,1	2,9	1,8	1,3	0,8	17,7
Мукачевское ПТТО «Мрія»	7,2	2,6	2,2	1,2	3,2	2,3	1,7	1,1	21,5
Николаевская фирма «Аура»	6,4	2,2	2,0	1,3	3,4	2,3	1,6	0,9	20,2
Харьковское ПТО	5,9	1,9	1,6	1,0	2,8	1,7	1,2	0,8	16,9
Черновицкое ПТО	7,0	2,5	2,2	1,6	3,7	2,4	1,8	1,3	22,5

Пример обработки результатов наблюдений отказов игл кругловязальной машины № 1 на Николаевской фирме «Аура» представлен в табл. 3.3.

Таблица 3.3

**Отказы игл кругловязальной машины КО-2 № 1
(Николаевская фирма "Аура")**

Наблюдение	Количество отказов игл в течение контролируемого интервала работы машины, ч								Суммарное количество отказов игл
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	
1	6	2	2	1	3	2	1	1	18
2	7	3	2	2	3	2	1	2	22
3	5	2	2	1	3	2	1	1	17
4	8	3	2	2	4	3	2	1	25
5	4	2	1	1	2	1	1	-	12
6	5	3	2	1	2	2	1	1	17
7	7	3	3	2	3	2	1	1	22
8	6	2	2	1	3	2	1	-	17
9	5	2	2	1	3	2	1	-	16

10	8	3	3	1	3	3	2	1	24
11	9	3	3	2	4	3	2	1	27
12	4	2	1	1	2	2	1	-	13
13	7	3	2	2	4	2	2	1	23
14	6	2	2	1	3	2	1	-	17
15	5	2	1	1	2	2	1	1	15
Среднее	6,13	2,48	2,0	1,33	2,93	2,13	1,27	0,73	19

Отказы игл пяти машин на Николаевской фирме «Аура» приведены в табл. 3.4. Диаграмма отказов игл однофонтурных кругловязальных КО-2 на Николаевской фирме «Аура» в течение смены показана на рис. 3.2.

Таблица 3.4

Отказы игл кругловязальных машин КО-2 (Николаевская фирма "Аура")

№ (условный) наблюдаемой машины	Количество отказов игл (среднее) в течение контролируемого интервала работы машины, ч								Суммарное количество отказов игл (среднее)
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	
Машина №1	6,13	2,47	2,0	1,34	2,93	2,13	1,27	0,73	19
Машина №2	6,27	2,33	2,07	1,33	3,47	2,33	1,67	0,87	20,34
Машина №3	5,73	2,07	1,93	1,20	3,40	2,27	1,47	0,80	18,87
Машина №4	7,2	2,07	2,27	1,47	4,07	2,53	1,87	1,13	22,61
Машина №5	6,6	2,13	1,93	1,2	3,2	2,27	1,73	1,07	20,13
Среднее	6,39	2,21	2,04	1,31	3,41	2,31	1,60	0,92	20,19

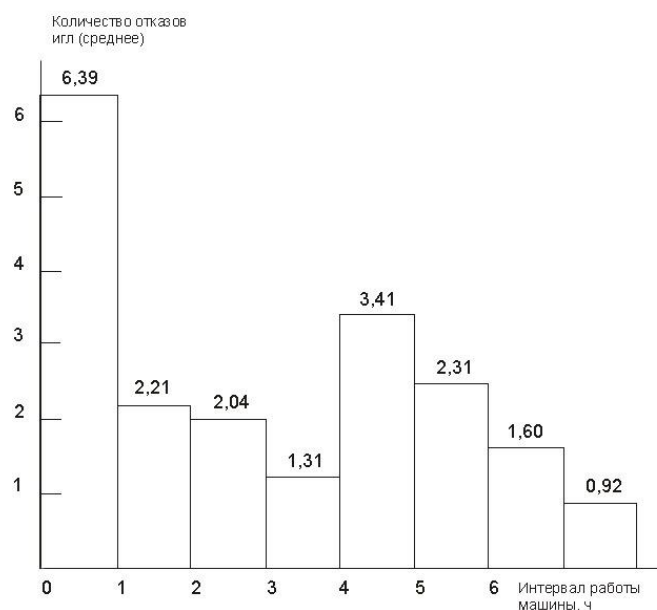


Рис. 3.2. Диаграмма отказов игл кругловязальных машин КО-2 в течение смены (Николаевская фирма «Аура»)

Анализ полученных результатов показал, что максимальное число отказов игл наблюдается в течение первого часа работы машины, т.е. в период работы «холодной» машины (механизма вязания). Последующее снижение числа отказов игл объясняется снижением вязкости масла, обусловленным нагревом механизма вязания. Некоторое увеличение числа отказов игл в период интервала 4-5 (рис. 3.2, табл. 3.2) может быть объяснено охлаждением машины в период ее выключения на обеденный перерыв.

Для выяснения интенсивности отказа игл в течение первого часа работы машины интервал 0-1 был разбит на шесть дополнительных интервалов по 10 мин. каждый: 0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-50; 50-60.

Результаты наблюдений приведены в табл. 3.5...3.7 и на рис. 3.3.

Таблице 3.5

Результаты наблюдений влияния смазки на отказ игл кругловязальных машин КО-2 в течение первого часа работы

Предприятие	Количество отказов игл (среднее) в течение первого часа работы машины (контролируемый интервал в мин.)						Суммарное количество отказов игл (среднее)
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	
Горловское ПТТО «Альтаир»	2,15	1,09	0,60	0,53	0,47	0,47	5,31
Киевское ПТО им.Р.Люксембург	2,73	1,29	0,71	0,81	0,60	0,48	6,62
Кишиневское ПТО «Стяуа Рошие»	3,01	1,48	0,81	0,67	0,79	0,63	7,39
Луганское ПТО «Лутри»	2,33	1,17	0,60	0,71	0,51	0,51	5,83
Львовское ПТП «Промінь»	2,53	1,21	0,83	0,51	0,59	0,45	6,12
Мукачевское ПТТО «Мрія»	3,17	1,42	0,71	0,67	0,79	0,45	7,21
Николаевская фирма «Аура»	2,45	1,17	0,71	0,67	0,60	0,79	6,39
Харьковское ПТО	2,58	1,17	0,69	0,60	0,34	0,51	5,89
Черновицкое ПТО	2,91	1,42	0,67	0,36	0,81	0,86	7,03

Таблица 3,6

Отказы игл кругловязальной машины КО-2 № 1 (Николаевская фирма «Аура») в течение первого часа работы

Наблюдение	Количество отказов игл в течение первого часа работы машины (контролируемый интервал времени, мин)						Суммарное количество отказов игл
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	
1	2	1	1	1	-	1	6
2	2	2	1	1	1	-	7
3	1	1	1	-	1	1	5
4	3	1	2	1	-	1	8
5	2	-	-	1	1	-	4
6	2	1	-	-	1	1	5
7	3	1	1	1	-	1	7
8	2	2	-	1	1	-	6
9	2	1	-	1	-	1	5
10	3	2	1	-	1	1	8
11	4	2	1	1	-	1	9
12	2	-	1	1	-	-	4
13	3	2	-	1	-	1	7
14	2	2	-	-	1	1	6
15	2	-	1	1	-	1	5
Среднее	2,33	1,20	0,67	0,73	0,47	0,73	6,13

Таблица 3.7

Отказы игл кругловязальных машин КО-2 (Николаевская фирма «Аура») в течение первого часа работы

№ (условный) наблюдаемой машины	Количество отказов игл (среднее) в течение первого часа работы (контролируемый интервал времени в мин.)						Суммарное количество отказов игл
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	
Машина №1	2,33	1,20	0,67	0,73	0,47	0,73	6,13
Машина №2	2,53	1,13	0,60	0,67	0,73	0,60	6,26
Машина №3	2,13	1,00	0,53	0,47	0,53	1,07	5,73
Машина №4	2,8	1,40	1,07	0,73	0,67	0,55	7,22
Машина №5	2,47	1,13	0,67	0,73	0,60	1,00	6,60
Среднее	2,45	1,17	0,71	0,67	0,60	0,79	6,39

Полученные результаты подтвердили предположение, что при «холодной» машине отказ игл происходит более интенсивно, чем при нагретой до температуры выше окружающей среды

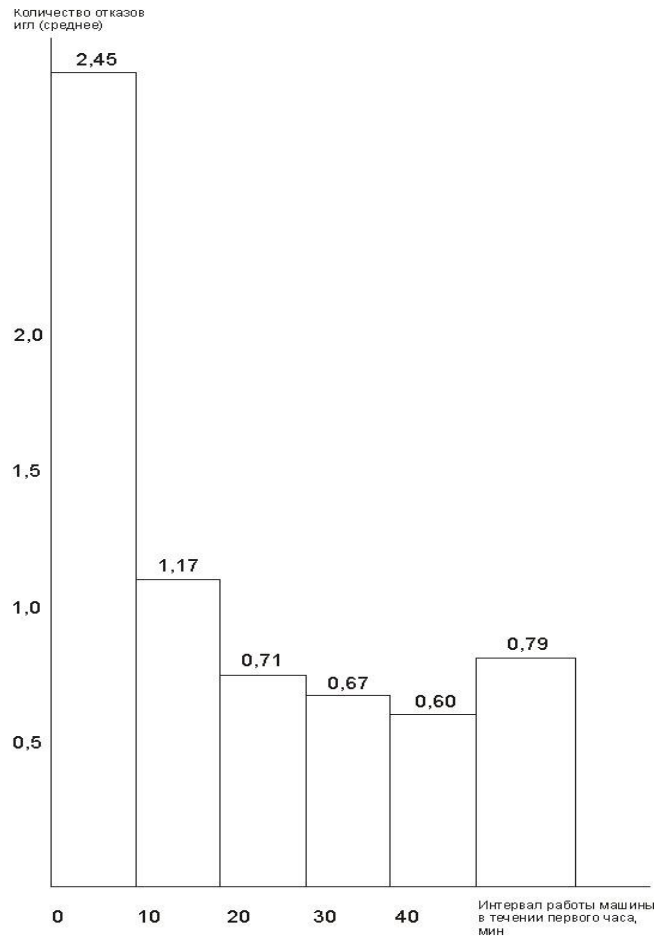


Рис. 3.3. Диаграмма отказов игл кругловязальных машин КО-2 (Николаевска фирма «Аура») в течение первого часа работы

С целью количественной оценки влияния вязкости масла на отказы игл, нами введено понятие «интенсивность отказа игл»:

$$I_i = \operatorname{tg} \alpha_i = \frac{n_i}{\Delta t_i}, \quad (3.3)$$

где I_i - интенсивность отказа игл для i -го интервала времени работы машины;

α_i - угол наклона линии интенсивности отказа игл (рис. 3.4);

n_i - количество отказов игл в течение i -го интервала;

Δt_i - i -й интервал времени работы машины.

Учитывая, что в наших исследованиях $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots \Delta t_i = 1 \text{ ч}$,

выражение (3.3) принимает вид: $I_i = n_i$. (3.4)

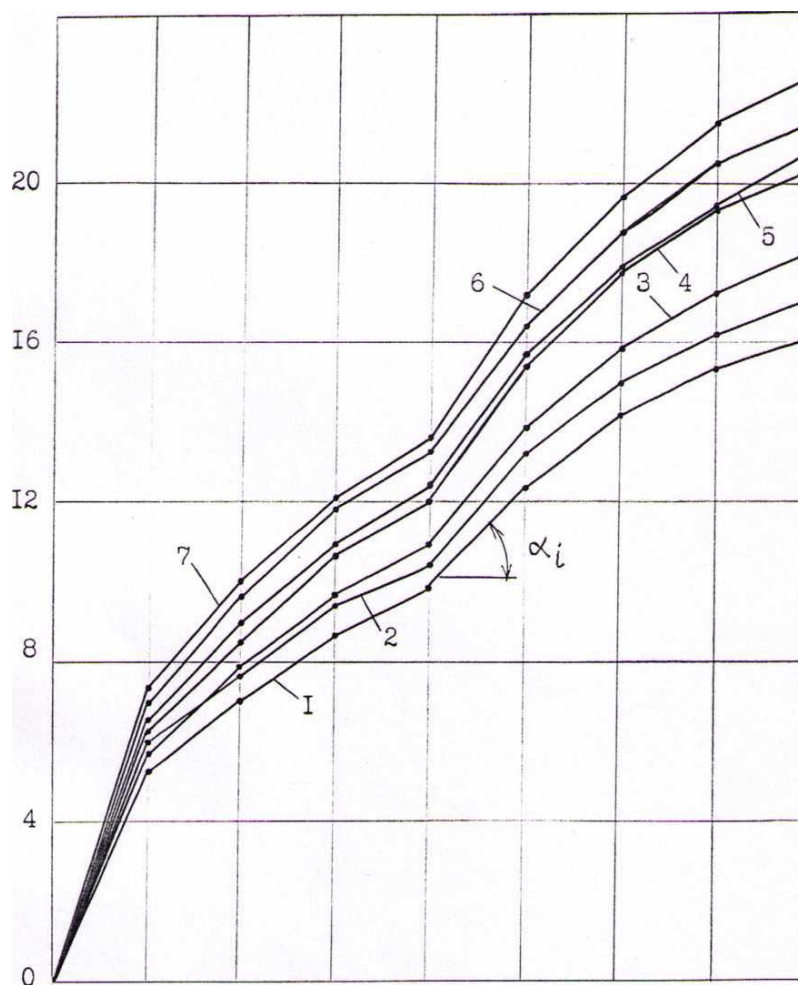


Рис. 3.4. Интенсивность отказа игл кругловязальных машин КО-2:
 1 - Горловское ПТТО; 2 - Харьковское ПТО; 3 - Луганское ПТО;
 4 - Николаевская фирма «Аура»; 5 - Киевское ПТТО; 6 - Мукачевское ПТО;
 7 - Кишиневское ПТО «Стяуа Рошие»

Результаты наблюдений отказов игл (табл. 3.2, рис. 3.4) показывают, что интенсивность отказа игл (средняя по 8 трикотажным предприятиям) составляет:

$$I_1 = 6,41; \quad I_2 = 2,23; \quad I_3 = 1,90; \quad I_4 = 1,28;$$

$$I_5 = 3,15; \quad I_6 = 2,07; \quad I_7 = 1,51; \quad I_8 = 1,01.$$

Интенсивность отказа игл кругловязальных машин КО-2 в течение смены эксплуатации представлена на рис. 3.4 (во избежание загромождения рисунка графики интенсивности отказа игл на Львовском

ПТП «Промінь» и Черновицком ПТО не показаны).

Анализ результатов наблюдений показал, что в первый час работы машины интенсивность отказов игл примерно в 3,6 раза выше интенсивности отказов игл в последующие три часа ее работы. Интенсивность отказа игл при включении машины после обеденного перерыва примерно в 2,1 раза выше интенсивности отказа игл в заключительные три часа ее работы.

Оценивая результаты в целом, можно отметить, что вязкость смазочного материала оказывает существенное влияние на работу механизма вязания кругловязальных машин типа КО. Для устранения этого влияния целесообразно, на наш взгляд, перед пуском машины предварительно нагреть ее механизм вязания примерно до 60°C.

3.2. Экспериментальное исследование влияния смазки на динамические нагрузки в механизме вязания кругловязальной машины

3.2.1. Методика проведения экспериментальных исследований и экспериментальная установка

Целью настоящей работы явились экспериментальные исследования влияния различных типов смазочных материалов на величину динамических нагрузок, действующих в механизме вязания однофонтурной кругловязальной машины типа КО.

В процессе исследований был использован метод тензометрирования динамических нагрузок, возникающих в зоне взаимодействия игл с клиньями вязальной системы механизма вязания.

Для оценки влияния смазочного материала на величину динамических нагрузок осциллографирование производилось при различных линейных скоростях игольного цилиндра (0,7; 0,9; 1,2; 1,5 м/с).

Исследования проводились в лабораторных условиях на кафедре

инженерной механики Киевского национального университета технологий и дизайна. В качестве объекта исследований была принята однофонтурная кругловязальная машина КО-2 с диаметром игольного цилиндра 450 мм. Для изменения линейной скорости игольного цилиндра машины использовался коллекторный электродвигатель трехфазного тока.

Язычковые иглы при проведении эксперимента были установлены в пазах игольного цилиндра на таком расстоянии друг от друга, что одновременно на поверхности измерительной балочки, выполняющей роль заключающего клина, находилось не более одной пятки иглы. Это давало возможность регистрировать сигнал удара одной иглы о балочку. Всего в игольном цилиндре было установлено 18 игл.

В качестве аппаратуры, применяемой при экспериментальных исследованиях, использовались: осциллограф типа Н-102; тензометрическая станция УТС 1-12; стабилизирующий блок питания В-12.

Для контроля частоты вращения игольного цилиндра в измерительную схему был подключен отметчик времени, работающий на частоте 50 Гц.

С целью измерения динамических нагрузок было изготовлено специальное устройство (прибор) [53], схема которого показана на рис. 3.5.

Прибор состоит из основания 1; стойки 2; кулирного клина 3; закрепленного на кронштейне 4; упругой балочки 5, выполняющей роль заключающего клина. Тензодатчики омического сопротивления 6, наклеенные на балочку 5, с целью исключения влияния деформации скручивания на результаты исследований соединены между собой так, как показано на рис. 3.6.

Для проведения исследований прибор устанавливался на кругловязальную машину взамен одной из вязальных систем.

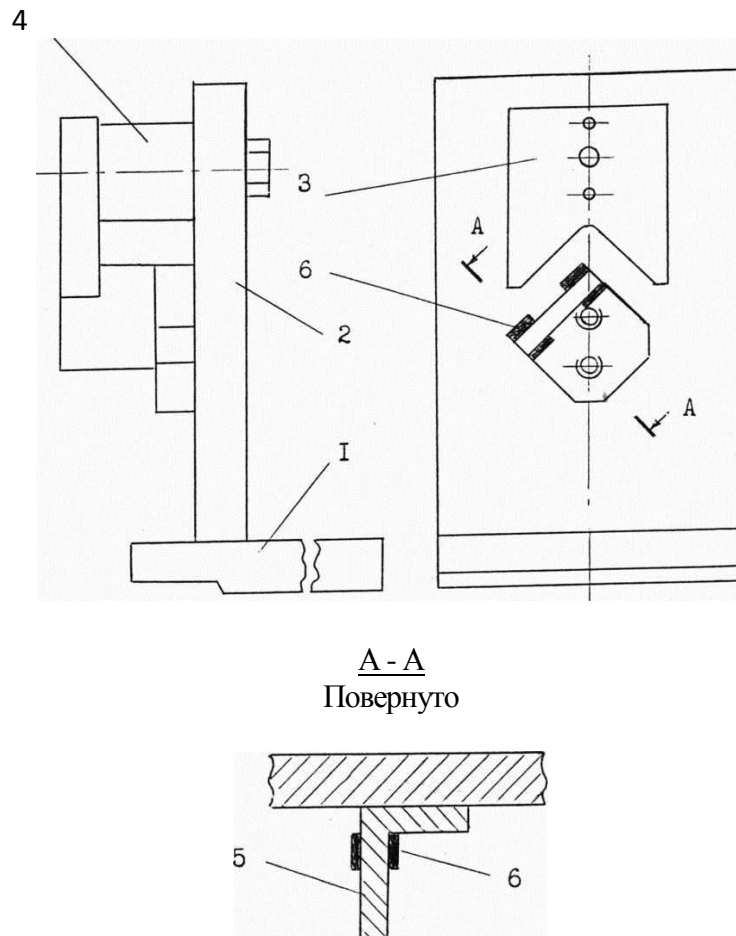


Рис. 3.5. Прибор для исследования динамических нагрузок в механизме вязания кругловязальной машины

Во избежание искажения регистрируемого процесса динамических нагрузок, возникающих при ударе иглы о балочку, частотная характеристика балочки выбиралась в соответствии с условием [24]:

$$\lambda = \frac{f}{f_0} \leq 0,1, \quad (3.5)$$

где λ – коэффициент соотношения частоты регистрируемого процесса и собственной частоты балочки;

f – частота регистрируемого процесса;

f_0 – собственная частота колебаний балочки.

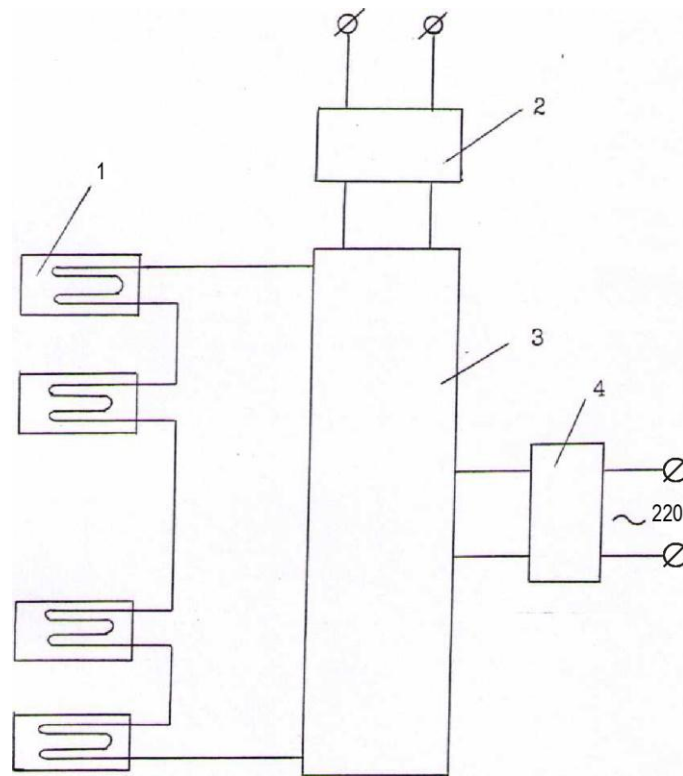


Рис. 3.6. Схема подключения датчиков и измерительной аппаратуры: 1 - тензодатчики; 2 - осциллограф; 3 - тензостанция; 4 - стабилизирующий блок питания

Частота регистрируемого процесса определяется из условия:

$$f = \frac{z \omega}{2\pi}, \quad (3.6)$$

где z - количество игл в игольном цилиндре, $z = 18$;

ω – угловая скорость игольного цилиндра (максимальная),

$$\omega = \frac{2V_{max}}{d}; \quad (3.7)$$

V_{max} - максимальная линейная скорость игольного цилиндра,

$$V_{max} = 1,5 \text{ м/с};$$

d - диаметр игольного цилиндра.

Учитывая, что $d = 450$ мм, из (3.7) и (3.6) находим: $\omega = 6,67 \text{ с}^{-1}$;

$$f = 19,1 \text{ Гц}.$$

Собственная частота колебаний балочки прибора определяется из

уравнения [54]:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3EJ}{ml^3}}, \quad (3.8)$$

где, E - модуль упругости материала балочки, $E = 2,2 \cdot 10^5$ МПа;

J - момент инерции сечения балочки;

m - масса рабочего участка балочки, $m = 11,7 \cdot 10^{-3}$ кг;

l - рабочая длина балочки, $l = 20$ мм.

Согласно [54]:

$$J_x = \frac{a \cdot b^3}{12}; \quad J_y = \frac{a^3 \cdot b}{12}, \quad (3.9)$$

где J_x, J_y - моменты инерции сечения балочки относительно осей X и Y соответственно;

a, b - ширина и толщина сечения балочки соответственно;

Учитывая, что $a = 25$ мм; $b = 3$ мм, из (3.9), находим: $J_x = 56,25$ мм⁴;

$J_y = 3906,25$ мм⁴.

Из уравнения (3.8) определяем: $f_{0x} = 9927,7$ Гц; $f_{0y} = 82731,1$ Гц.

Используя (3.5) находим: $\lambda_x = 1,9 \cdot 10^{-3} < 0,1$; $\lambda_y = 2,3 \cdot 10^{-4} < 0,1$.

Следовательно, регистрируемый процесс взаимодействия иглы с балочкой позволяет получить результаты без искажений.

Для оценки влияния смазки на величину динамической нагрузки в механизме вязания введем понятие коэффициента эффективности смазки:

$$K_c = \frac{F_1}{F_2}, \quad (3.10)$$

где F_1 - величина динамической нагрузки в зоне удара иглы о балочку при отсутствии смазки пар трения игла – направляющие (штеги) и пятка иглы – клин (балочка);

F_2 - величина динамической нагрузки при использовании

исследуемого типа смазочного материала.

Как известно [10], величину динамической нагрузки при проведении эксперимента можно определить из условия:

$$F = A \mu K, \quad (3.11)$$

де F - динамическая нагрузка (абсолютное значение);

A - амплитуда динамической нагрузки, записанной на пленке;

μ - масштаб записи динамической нагрузки;

K - коэффициент, учитывающий влияние податливости балки на величину динамической нагрузки,

$$K = \sqrt{\frac{\delta_n}{\delta}}; \quad (3.12)$$

δ_n - податливость пары игла – балочка;

δ – податливость пары игла-клин, исследуемой машины.

Используя (3.11), выражение (3.10) принимает вид:

$$K_c = \frac{A_1 \mu K}{A_2 \mu K} = \frac{A_1}{A_2}. \quad (3.13)$$

Следовательно о влиянии смазки на динамические нагрузки в механизме вязания вязальной машины можно судить по отношению амплитуд осциллограмм нагрузок.

Перед началом эксперимента иглы, игольные пазы (штеги) и клинья были тщательно промыты бензином. После этого включалась машина и производилась запись динамических нагрузок. Запись нагрузок осуществлялась при различных скоростях машины (0,7; 0,9; 1,2 и 1,5 м/с).

Для оценки влияния различных типов масел на величину динамических нагрузок в паре игла-балочка (клин) эксперимент повторялся как при работе пар трения механизма вязания без смазки, так и при применении выбранных типов смазочных материалов: масло турбинное Т-22 ГОСТ 32-53; масло Трикол Т2-38-УССР 2-01-325-79. При этом после очередного испытания масла систему смазки пар трения

систему тщательно промывали бензином и эксперимент повторялся со смазкой другого типа.

Для получения достоверных результатов [22, 59] на каждой скорости машины записывалось по 25 циклов взаимодействия иглы с балочкой прибора.

3.2.2. Результаты расшифровки осциллограмм

Пример осциллограмм динамических нагрузок, возникающих в зоне удара иглы о балочку, показан на рис. 3.7. Пример расшифровки осциллограмм приведен в табл. 3.8.

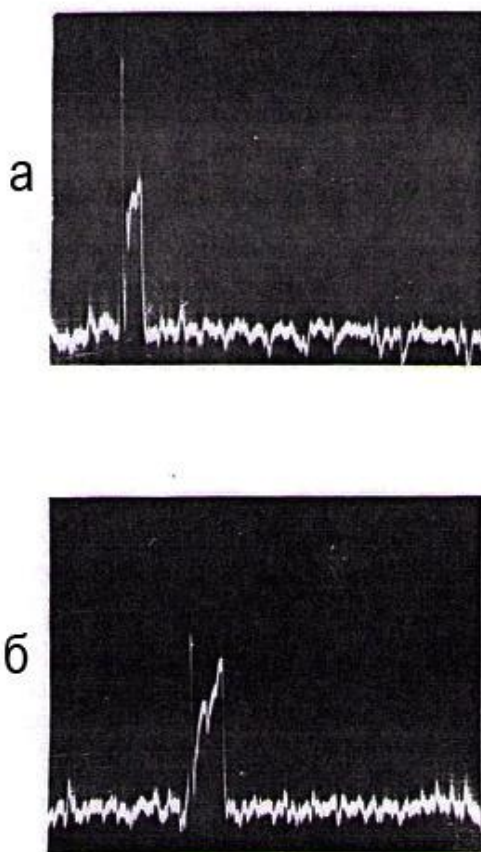


Рис. 3.7. Пример осциллограмм динамических нагрузок в зоне удара иглы о клин при скорости соударения 0,9 м/с: а – взаимодействие пары игла-клин без смазки; б - взаимодействие пары игла-клин со смазкой (масло турбинное Т-22 ГОСТ 32-53)

Таблица 3.8

Динамические нагрузки в паре игла-балочка при отсутствии смазки (линейная скорость игольного цилиндра 0,7 м/с)

Амплитуда нагрузки A_i , мм	Количество повторных результатов n_i	$n_i A_i$	Погрешность отдельных измерений $\Delta A_i = \bar{A} - A_i$, мм	$n_i (\Delta A_i)^2$
11,5	3	34,5	0,93	2,5947
11,7	1	11,7	0,73	0,5329
11,8	3	35,4	0,63	1,1907
12,0	2	24,0	0,43	0,3698
12,2	1	12,2	0,23	0,0529
12,3	2	24,6	0,13	0,0338
12,5	1	12,5	-0,07	0,0049
12,6	3	37,8	-0,17	0,0867
12,7	1	12,7	-0,27	0,0729
12,9	2	25,8	-0,47	0,4418
13,0	1	13,0	-0,57	0,3249
13,1	1	13,1	-0,67	0,4489
13,2	1	13,2	-0,77	0,5929
13,3	1	13,3	-0,87	0,7567
13,4	1	13,4	-0,97	0,9409
13,5	1	13,5	-1,07	1,1449
	$n=25$	$\Sigma 310,7$		$\Sigma 9,5903$

Обработка результатов эксперимента осуществлялась в соответствии с рекомендациями [22, 59]. Например, для результатов эксперимента, приведенных в табл. 3.8:

- среднее значение амплитуды динамических нагрузок в зоне удара иглы о балочку:

$$\bar{A} = \frac{\sum n_i A_i}{n} = \frac{310,7}{25} = 12,43;$$

- средняя квадратичная погрешность результата измерений:

$$\Delta S = \sqrt{\frac{n_i (\Delta A_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{9,5903}{25(25-1)}} = 0,126 \text{ мм};$$

- границы доверительного интервала (коэффициент Стьюдента $t_\alpha = 2,06$ при принятом коэффициенте надежности $\alpha = 0,95$ – выбирается по табл. VII [22]):

$$\Delta A = \sqrt{(t_{\alpha} \Delta S)^2 + \left(\frac{K_{\alpha} \gamma}{3}\right)^2} = \sqrt{(2,06 \cdot 0,126)^2 + \left(\frac{1,96 \cdot 0,249}{3}\right)^2} = 0,31 \text{ мм},$$

где $K_{\alpha} = 1,96$ (табл. IV [59]);

γ – погрешность прибора и измерительной аппаратуры,

$$\gamma = \frac{\beta \bar{A}}{100} = \frac{2 \cdot 12,43}{100} = 0,249 \text{ мм};$$

β – ошибка прибора и измерительной техники, $\beta = 2\%$ [10];

- относительная погрешность серии измерений

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{\bar{A}} 100\% = \frac{0,31}{12,43} 100\% = 2,49\%$$

- окончательный результат эксперимента:

$$A = \bar{A} \pm \Delta A = (12,43 \pm 0,31) \text{ мм}.$$

Результаты экспериментальных исследований влияния смазки на динамические нагрузки в механизме вязания вязальной машины КО-2 представлены в табл. 3.9 и на рис. 3.8.

Таблица 3.9

Результаты исследований влияния смазки на динамические нагрузки в механизме вязания кругловязальной машины

Вид смазки	Линейная скорость игольного цилиндра, м/с			
	0,7	0,9	1,2	1,5
	Среднее значение амплитуды нагрузки A , мм			
Без смазки	$\bar{A} = 12,43$ $\Delta A = 0,31$ $\varepsilon = 2,49\%$ $A = 12,43 \pm 0,31$	$\bar{A} = 15,28$ $\Delta A = 0,26$ $\varepsilon = 1,70\%$ $A = 15,28 \pm 0,26$	$\bar{A} = 18,74$ $\Delta A = 0,48$ $\varepsilon = 2,56\%$ $A = 18,74 \pm 0,48$	$\bar{A} = 22,05$ $\Delta A = 0,43$ $\varepsilon = 1,95\%$ $A = 22,05 \pm 0,43$
Масло турбинное Т-22 ГОСТ 32-53	$\bar{A} = 8,15$ $\Delta A = 0,13$ $\varepsilon = 1,59\%$ $A = 8,15 \pm 0,13$	$\bar{A} = 10,62$ $\Delta A = 0,42$ $\varepsilon = 3,95\%$ $A = 10,62 \pm 0,42$	$\bar{A} = 13,86$ $\Delta A = 0,40$ $\varepsilon = 2,88\%$ $A = 13,86 \pm 0,40$	$\bar{A} = 18,13$ $\Delta A = 0,45$ $\varepsilon = 2,48\%$ $A = 18,13 \pm 0,45$
Масло Трикол ТУ-38-УСССР 2-01-325-79	$\bar{A} = 7,42$ $\Delta A = 0,41$ $\varepsilon = 5,52\%$ $A = 7,42 \pm 0,41$	$\bar{A} = 10,26$ $\Delta A = 0,25$ $\varepsilon = 2,44\%$ $A = 10,26 \pm 0,25$	$\bar{A} = 13,57$ $\Delta A = 0,57$ $\varepsilon = 4,20\%$ $A = 13,57 \pm 0,57$	$\bar{A} = 17,39$ $\Delta A = 0,27$ $\varepsilon = 1,55\%$ $A = 17,39 \pm 0,27$

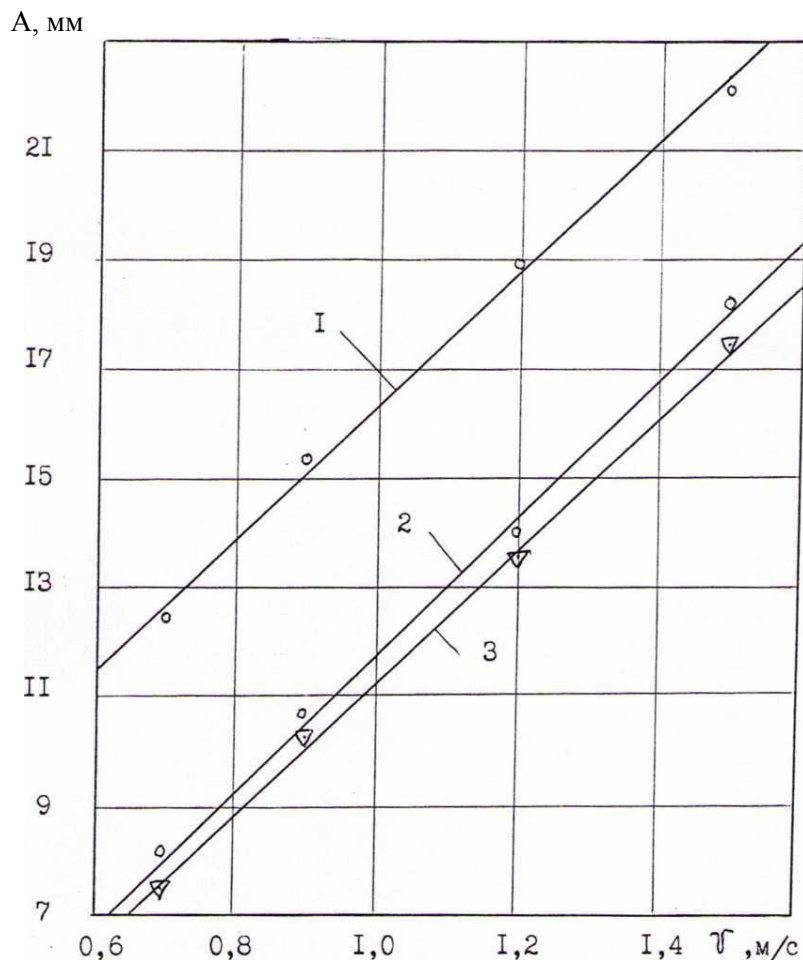


Рис. 3.8. Влияние смазки на динамические нагрузки в механизме вязания при различных линейных скоростях игольного цилиндра: 1 - без смазки; 2 - при смазке турбинным маслом Т-22; 3 - при смазке маслом Трикол

3.2.3. Анализ полученных результатов

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. Наличие смазки в вязальных системах вязального механизма кругловязальной машины способствует значительному снижению динамических нагрузок, обусловленных ударом игл о клинья. Так, при использовании масла Трикол ТУ-38-УСССР 2-01-325-79 при линейной скорости игольного цилиндра 0,7; 0,9; 1,2 и 1,5 м/с динамические нагрузки снижаются соответственно в 1,67; 1,49; 1,38 и 1,27 раза (см. табл. 3.9).

2. С увеличением скорости игольного цилиндра кругловязальной машины наблюдается уменьшение коэффициента эффективности смазки, что можно объяснить разрушением масляной пленки, обусловленным увеличением контактных напряжений в парах игла-штеги и игла-клин (с увеличением скорости вращения игольного цилиндра увеличивается скорость соударения игл с клиньями вязальных систем, а следовательно и динамические нагрузки [147]).

3. Турбинное масло Т-22 ГОСТ 32-53 и масло Трикол ТУ-38-УССР 2-01-325-79, используемые в настоящее время для смазки игольно-платинных изделий вязального механизма вязальных машин, оказывают практически одинаковое влияние на изменение динамических нагрузок в зоне взаимодействия игл с клиньями.

3.3. Экспериментальное исследование влияния конструкции рабочих органов механизма вязания на эффективность смазки

Одним из путей повышения эффективности смазки механизма вязания кругловязальной машины, способствующего повышению надежности и долговечности его работы, а также качества выпускаемого трикотажного полотна, на наш взгляд, является совершенствование конструкций пар трения механизма вязания.

Анализ конструкции механизма вязания кругловязальных машин типа КО показывает, что с целью повышения эффективности смазки целесообразно усовершенствовать его рабочие органы, а именно: иглы, клинья и штеги.

Целью настоящих исследований явилось определение влияния конструкции клиньев и штег на эффективность смазки. В качестве критерия эффективности смазки было принято ее влияние на долговечность игл.

3.3.I. Методика проведения эксперимента и экспериментальная установка

Для проведения исследований клинья были выполнены таким образом, что в отличие от существующих конструкций вдоль рабочей кромки каждого из них имелась канавка, способствующая повышению эффективности смазки (рис. 3.9).

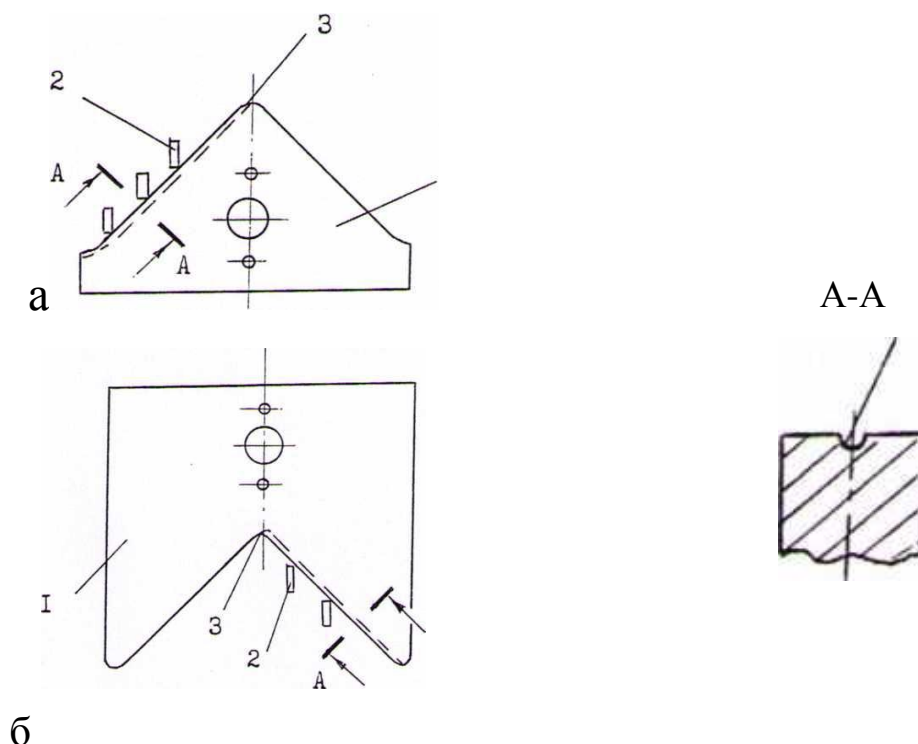


Рис. 3.9. Клинья с повышенной эффективностью смазки: а - заключающий клин; б - кулирный клин; 1 - клин; 2 - пятка иглы; 3 - канавка для масла; 4 – профиль канавки для удержания масла

В отличие от существующих конструкций штег поз. 4-1388 и 4-1571, используемых в механизме вязания кругловязальных машин типа КО, штеги, выполняющие роль направляющих для игл, были выполнены так, как это показано на рис. 3.10 (примерно). Наличие на рабочих поверхностях штег канавок позволяет повысить сцепление масла с ними, а, следовательно, и эффективность смазки пары трения штеги-игла.

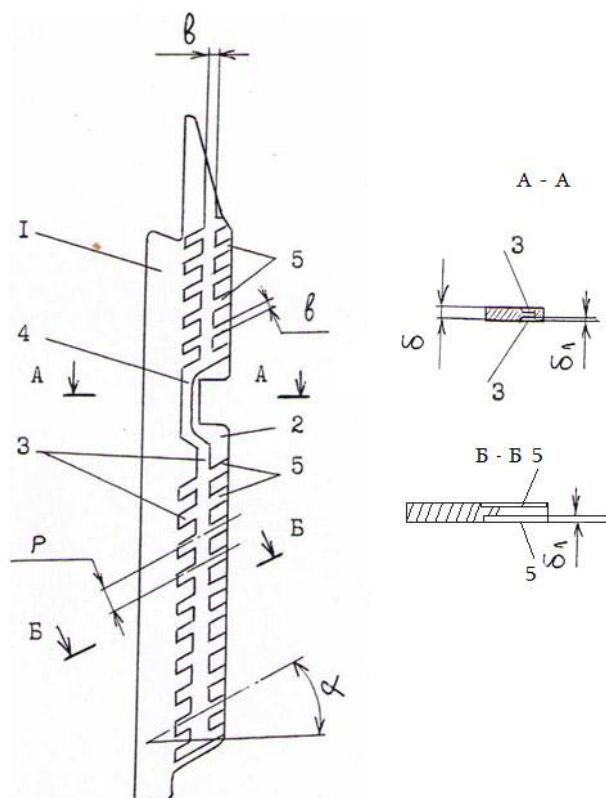


Рис. 3.10. Модернизированная штега кругло-вязальной машины типа К0 с повышенной эффективностью смазки: 1 - зона установки штеги в пазах игольного цилиндра; 2 - рабочая поверхность штеги; 3 - система канавок; 4 - продольная канавка; 5 - поперечные канавки

Оценку эффективности смазки пар трения рабочих органов механизма вязания наиболее целесообразно произвести путем ускоренных испытаний долговечности игл с помощью специально разработанного стенда [46, 47]. В качестве объекта исследования использовались иглы язычковые поз. 0-1565.

С целью получения объективных результатов, испытания проводились на иглах, отобранных из одной партии. Для каждого вида испытаний было принято по 50 игл.

В качестве алгоритма исследований был принят следующий:

1. Проведение ускоренных испытаний долговечности игл при работе без смазки (клинья и штеги не модернизировались).
2. Проведение ускоренных испытаний долговечности игл при работе

со смазкой Трикол ТУ-38-УССР 2-01-325-79 (клинья и штеги не модернизировались).

3. Проведение ускоренных испытаний долговечности игл при работе со смазкой при модернизации клиньев (рис. 3.9) и обычной конструкции штег.

4. Проведение ускоренных испытаний долговечности игл при работе со смазкой при модернизированной конструкции штег (рис. 3.10) и обычной конструкции клиньев.

5. Проведение ускоренных испытаний долговечности игл при работе со смазкой при модернизированных клиньях и штегах.

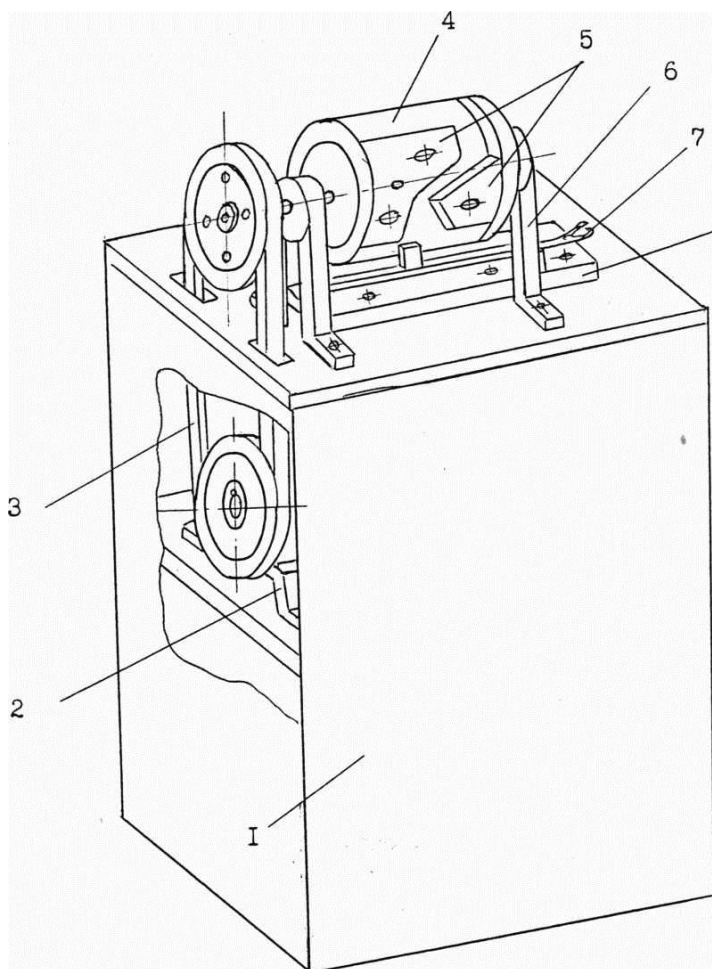


Рис. 3.11. Стенда для ускоренных испытаний долговечности игл

Стенд для проведения ускоренных испытаний долговечности игл (рис. 3.11) состоит из станины 1; электродвигателя 2; клиноременной передачи 3; барабана 4, на котором жестко закреплены клинья 5 (закрывающий и кулирный); опор барабана 6, жестко закрепленных на станине 1; направляющих 8, в которых расположена исследуемая игла 7. В отличие от ранее известной конструкции стенда [46], направляющие изменены таким образом, чтобы имелась возможность установки съемных штег, выполняющих роль направляющих для иглы.

С целью установки требуемой частоты вращения барабана, в приводе стенда использовался электродвигатель постоянного тока.

При включении электродвигателя 2 его движение с помощью клиноременной передачи передается барабану, на поверхности которого установлены клинья 5, находящиеся в кинематическом взаимодействии с пяткой иглы. Под воздействием клиньев игла получает возвратно-поступательное движение, имитирующее процесс петлеобразования.

Для удобства проведения испытаний в стенде имеется специальная система контроля за работой, позволяющая автоматически останавливать электродвигатель при поломке иглы и фиксировать число циклов нагружения иглы (время работы иглы до отказа) [51]. Принципиальная схема системы управления прибором представлена на рис. 3.12.

Принцип работы схемы управления заключается в изменении сопротивления фотодиода ФД-3 под влиянием источника света (лампочка 6,3В). В схему входит триггер Шмидта, построенный на двух транзисторах T_2 и T_3 (МП-41). Резисторы R_1 и R_2 служат коллекторной нагрузкой транзисторов триггера. Для согласования сопротивления фотодиода ФД-3 с входным сопротивлением триггера Шмидта применен эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе T_1 типа МП 105 и резисторе R_3 . Резистор R_5 образует положительную связь (обратную) по току, а делитель напряжения R_6 - R_4 - прямую связь коллектора на базу T_2 .

Рис. 3.12. Принципиальная схема системы управления стенда

На выход триггера Шмидта подключено два транзисторных ключа, выполненных на транзисторах T_4 и T_5 , коллекторными нагрузками которых являются: в T_4 - счетчик импульсов СИ типа СБ-1 М/50, а в T_5 - реле Р с задержкой времени на замыкание. Цепочка задержки состоит из конденсатора C_1 и резистора R_{11} . Для работы схемы необходим источник питания смещения. Подключение входного делителя напряжения к источнику смещения (4В) обеспечивает надежное запираание обеих ключей.

Питание схемы осуществляется постоянным током напряжением 12В, которое снимается с выпрямителя, выполненного на четырех диода 4Д226Б, подключенного к понижающему трансформатору T_p . Емкость C_2 предназначена, для сглаживания пульсаций.

С помощью кнопки К осуществляется включение электродвигателя станда. При нажатии кнопки К, шунтирующей нормально разомкнутые контакты реле Р, ток от сети поступает на электродвигатель и приводит его в движение. К крючку иглы прикреплен флажок (на рис. 3.11 не показан), перемещающийся между источником света и фотодиодом, перекрывая поток света, поступающего на фотодиод. Количество импульсов фиксируется счетчиком импульсов, по количеству которых судят о долговечности иглы. При отказе иглы (поломка крючка иглы, как наиболее слабого элемента) флажок останавливается и прекращает пересекать световой поток, поступающий на фотодиод, что вызывает отключение реле Р, а следовательно, и разрыв цепи питания электродвигателя и остановку прибора. Регулировка скорости электродвигателя осуществляется с помощью реостата R_n и R_p . Контроль частоты вращения электродвигателя осуществляется с помощью тахометра типа ТКМ-12000.

Долговечность иглы определяется из показания счетчика импульсов (так как на барабане закреплен один заключающий и один кулирный клин, один оборот барабана соответствует одному циклу нагружения иглы):

$$T = \frac{60I}{n}, \quad (3.14)$$

где T - долговечность иглы в с;

n - частота вращения барабана;

I - количество импульсов, регистрируемое счетчиком импульсов за время работы иглы до отказа.

Для удобства обработки результатов, исследования проводились при частоте вращения барабана, равной 1200 мин^{-1} . Тогда уравнение (3.14) принимает вид:

$$T = 5 \cdot 10^{-2} I, \text{ с.} \quad (3.15)$$

Линейная скорость в зоне взаимодействия клиньев с пяткой иглы при ускоренных испытаниях составляла:

$$V = \frac{\pi d n}{60} = \frac{3,14 \cdot 115 \cdot 10^{-3} \cdot 1200}{60} = 7,22 \text{ м/с}, \quad (3.16)$$

где d - рабочий диаметр барабана, $d = 115 \text{ мм}$.

3.3.2. Обработка результатов эксперимента

Обработка результатов испытаний осуществлялась в соответствии с методикой, изложенной в работе [22].

Результаты испытаний представлены в табл. 3.10...3.14, где \bar{T} - средняя долговечность иглы в секундах; ΔS - средняя квадратичная погрешность результата серии испытаний; ΔT - границы доверительного интервала; ε - относительная погрешность серии испытаний; T - долговечность иглы.

Таблица 3.10

Результаты ускоренных испытаний долговечности
игл при работе без смазки

Долговечность иглы T_i , с	Количество повторных результатов n_i	$n_i T_i$	Погрешность отд. измерений $\Delta T_i = \bar{T} - T_i$	$n_i = (\Delta T_i)^2$
35	1	35	17,04	290,36
37	1	37	15,04	226,20
38	2	76	14,04	394,24
40	3	120	12,04	434,88
41	2	82	11,04	243,76
43	4	172	9,04	326,88
45	3	135	7,04	148,68
46	4	184	6,04	145,93
48	1	48	4,04	16,32
49	5	245	3,04	46,21
51	2	102	1,04	2,16
53	2	106	- 0,96	1,84
54	3	162	- 1,96	11,52
57	2	114	- 4,96	49,20
60	3	180	- 7,96	190,08
62	3	186	- 9,96	297,60
68	2	126	-10,96	240,24
65	1	65	-12,96	167,96
69	1	69	-16,96	287,64
70	2	140	-17,96	645,12
72	2	144	-19,96	796,80
74	1	74	-21,96	482,24
	$n = 50$	$\sum 2602$		$\sum 5445,86$
$\bar{T} = 52,04$ с; $\Delta S = 1,49$; $\Delta T = 2,99$ с; $\varepsilon = 5,74\%$; $T = (52,04 \pm 2,99)$ с				

Таблица 3.11

Результаты ускоренных испытаний долговечности игл при
работе со смазкой (клинья и штеги не модернизированы)

Долговечность иглы T_i , с	Количество повторных результатов n_i	$n_i T_i$	Погрешность отд. измерений $\Delta T_i = \bar{T} - T_i$	$n_i = (\Delta T_i)^2$
51	1	51	24,06	578,88
54	2	108	21,06	887,04
57	2	114	18,06	652,32
58	2	116	17,06	582,09
59	3	177	16,06	773,77
63	3	189	12,06	436,33
65	2	130	10,06	202,41

68	4	272	7,06	199,37
71	3	213	4,06	49,45
74	4	296	1,06	4,49
77	3	231	- 1,94	11,29
80	5	400	- 4,94	122,02
83	2	166	- 7,94	126,09
85	3	255	- 9,94	296,41
88	3	264	- 12,94	502,33
91	2	182	- 15,94	508,17
94	2	188	- 18,94	717,45
97	2	194	- 21,94	962,73
102	1	102	- 26,94	725,76
105	1	105	- 29,94	896,40
	$n=50$	$\Sigma 3753$		$\Sigma 9234,80$
$\bar{T} = 75,06 \text{ с}; \Delta S = 1,94; \Delta T = 3,90 \text{ с}; \varepsilon = 5,19\%; T = (75,06 \pm 3,90) \text{ с}$				

Таблица 3.12

Результаты ускоренных испытаний долговечности игл
при работе со смазкой (клинья модернизированы)

Долговечность иглы T_i , с	Количество повторных результатов n_i	$n_i T_i$	Погрешность отд. измерений $\Delta T_i = \bar{T} - T_i$	$n_i = (\Delta T_i)^2$
54	1	54	27,98	782,88
56	2	112	25,98	1349,92
59	3	177	22,98	1584,24
62	2	124	19,98	798,40
64	2	128	17,98	646,56
67	3	201	14,98	673,20
71	2	142	10,98	241,12
73	3	219	8,98	241,92
75	2	150	6,98	97,44
78	3	234	3,98	47,52
81	3	243	0,98	2,88
84	4	336	- 2,02	16,32
86	3	258	- 4,02	48,48
90	2	180	- 8,02	128,64
93	3	279	-11,02	364,32
97	2	194	-15,02	451,20
102	3	306	-20,02	1202,40
104	2	208	-22,02	969,76
108	2	216	-26,02	1354,08
112	2	224	-30,02	1802,40
114	1	114	-32,02	1025,28
	$n=50$	$\Sigma 4099$		$\Sigma 13828,96$
$\bar{T} = 81,98 \text{ с}; \Delta S = 2,37; \Delta T = 4,77 \text{ с}; \varepsilon = 5,82\%; T = (81,98 \pm 4,77) \text{ с}$				

Таблица 3.13

Результаты ускоренных испытаний долговечности игл
при работе со смазкой (штеги модернизированы)

Долговечность иглы T_i , с	Количество повторных результатов n_i	$n_i T_i$	Погрешность отд. измерений $\Delta T_i = \bar{T} - T_i$	$n_i = (\Delta T_i)^2$
68	2	136	39,64	3142,66
73	1	73	34,64	1199,93
76	3	228	31,64	3003,27
81	2	162	26,64	1419,38
86	4	344	21,64	1873,16
89	3	267	18,64	1042,35
93	2	186	14,64	428,66
97	3	291	10,64	339,66
102	2	204	5,64	63,62
106	4	424	1,64	10,76
III	3	333	- 3,36	33,87
116	2	232	- 8,36	139,78
121	3	363	-13,36	535,47
123	3	369	-15,36	707,79
128	2	256	-20,36	829,06
132	2	264	-24,36	1186,82
134	3	402	-26,36	2084,55
136	1	136	-28,36	804,29
141	2	282	-33,36	2225,78
143	2	286	-35,36	2500,66
144	1	144	-36,36	1322,05
	$n=50$	$\Sigma 5382$		$\Sigma 24893,54$
$\bar{T} = 107,64$ с; $\Delta S = 3,18$; $\Delta T = 6,40$ с; $\varepsilon = 5,95\%$; $T = (107,64 \pm 6,40)$ с				

Таблица 3.14

Результаты ускоренных испытаний долговечности игл
при работе со смазкой (клинья и штеги модернизированы)

Долговечность иглы T_i , с	Количество повторных результатов n_i	$n_i T_i$	Погрешность отд. измерений $\Delta T_i = \bar{T} - T_i$	$n_i = (\Delta T_i)^2$
75	2	150	37,64	2833,54
78	1	78	34,64	1199,93
80	3	240	32,64	3196,11
83	3	249	29,64	2635,59
87	4	348	25,64	2629,64
91	2	182	21,64	936,58
96	3	288	16,64	830,67
102	3	306	10,64	339,63
108	4	432	4,64	86,12

III	3	333	1,64	8,07
118	3	354	- 5,36	86,19
121	3	363	- 8,36	209,67
127	2	254	-14,36	412,42
132	1	132	-19,36	374,81
136	2	272	-23,36	1091,38
141	2	282	-28,36	1608,58
147	2	294	-34,36	2361,22
149	2	298	-36,36	2644,10
152	2	304	-39,36	3098,42
155	1	155	-42,36	1794,37
158	1	158	-45,36	2057,53
160	1	160	-47,36	2242,97
	$n=50$	$\Sigma 5632$		$\Sigma 32677,54$
$\bar{T} = 112,64 \text{ с}; \Delta S = 3,65; \Delta T = 7,34 \text{ с}; \varepsilon = 6,52\%; T = (112,64 \pm 7,34) \text{ с}$				

3.3.3. Анализ результатов эксперимента

Анализ результатов ускоренных испытаний показал:

- при работе пар игла-штеги-клинья без смазки долговечность иглы в среднем в 1,44 раза ниже, чем при работе со смазкой;
- модернизация клиньев (рис. 3.9) не оказывает существенного влияния на повышение эффективности смазки (долговечность иглы повышается всего в 1,09 раза);
- модернизация штег, заключающаяся в нанесении на рабочие поверхности канавок (рис. 3.10) способствует заметному повышению эффективности смазки (долговечность игл повышается примерно в 1,43 раза);
- использование модернизированных штег и клиньев одновременно повышает долговечность игл в 1,5 раза, что подтверждает ранее сделанный вывод о незначительной эффективности усовершенствования конструкции клиньев с целью повышения эффективности смазки.

В результате выполненных исследований:

1. Разработана методика экспериментального исследования влияния вязкости смазочного материала на число отказов игл кругловязальной машины.

2. Установлено, что в первый час работы кругловязальной машины КО интенсивность отказа игл примерно в 3,6 раза выше интенсивности отказа игл в последующие три часа ее работы. Интенсивность отказа игл при включении машины после обеденного перерыва примерно в 2,1 раза выше интенсивности отказа игл в последующие три часа рабочей смены.

3. Установлено, что вязкость смазочного материала оказывает существенное влияние на работу механизма вязания однофонтурной кругловязальной машин типа КО. Для снижения этого влияния целесообразно перед пуском машины в начале рабочей смены предварительно нагревать ее механизм вязания примерно до 60°C.

4. Разработана методика и прибор для проведения экспериментальных исследований влияния смазки на динамические нагрузки в механизме вязания кругловязальной машины.

5. Установлено, что наличие смазки в вязальной системе механизма вязания способствует значительному снижению динамических нагрузок, обусловленных ударами игл о клинья. При использовании масла Трикол ТУ-38-УССР 2-01-325-79 при линейной скорости игольного цилиндра 0,7; 0,9; 1,2 и 1,5 м/с динамические нагрузки в механизме вязания снижаются соответственно в 1,67; 1,49; 1,38 и 1,27 раза.

6. Установлено, что с увеличением скорости игольного цилиндра кругловязальных машин типа КО наблюдается уменьшение коэффициента эффективности смазки, что можно объяснить разрушением масляной пленки, обусловленным увеличением контактных напряжений в парах трения игла-штеги и игла-клин (с увеличением скорости вращения игольного цилиндра увеличивается скорость удара игл с клиньями, а,

следовательно, и динамические нагрузки).

7. Установлено, что турбинное масло Т-22 ГОСТ 32-53 и масло Трикол ТУ-38-УССР 2-01-325-79, используемые в настоящее время, для смазки игольно- платинных изделий механизма вязания кругловязальных машин типа КО, оказывают практически одинаковое влияние на изменение динамических нагрузок в зоне взаимодействия игл с клиньями.

8. Разработана методика экспериментальных исследований влияния конструкции рабочих органов механизма вязания кругловязальной машины на эффективность смазки.

9. Усовершенствована конструкция стенда для ускоренных испытаний влияния смазки на долговечность игл кругловязальных машин.

10. Установлено, что при работе пар трения игла-штеги и игла-клинья без смазки долговечность иглы в среднем в 1,44 раза ниже, чем при работе со смазкой.

11. Установлено, что модернизация подъемного и кулирного клиньев, заключающая в изготовлении на их рабочих поверхностях продольной канавки для смазки со свободным выходом на край, не оказывает заметного влияния на повышение эффективности смазки (долговечность игл увеличивается примерно в 1,1 раза).

12. Установлено, что модернизация штег, заключающаяся в нанесении на их рабочих поверхностях системы канавок для смазки, способствует значительному повышению эффективности смазки (долговечность игл повышается более чем в 1,4 раза).

13. Установлено, что комплексное использование клиньев с продольными канавками на рабочих поверхностях и штег с системой канавок для смазки способствует повышению долговечности игл в 1,5 раза.

РАЗДЕЛ 4

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН, СПОСОБСТВУЮЩИХ ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЗКИ

4.1. Разработка конструкции штеги, способствующей повышению эффективности смазки пар трения механизма вязания

Недостатком известных конструкций механизмов вязания является низкая эффективность смазки направляющих игл, в качестве которых используются штеги с гладкими рабочими поверхностями (поверхность взаимодействующая с иглой [23]). Несовершенство смазки пары трения игла-штеги обуславливает увеличение динамических нагрузок, возникающих в зоне взаимодействия пяток игл с клиньями, а также потерь трения. Все это приводит к сокращению сроков службы игл (в основном из-за отказа крючков игл [11]), что снижает коэффициент полезного времени машины (КПВ) и качество трикотажного полотна,

С целью устранения указанных недостатков начали применять конструкции механизмов вязания кругловязальных машин, рабочая поверхность штег которых имеет несколько не связанных друг с другом сквозных щелей – «карманов» [56].

Недостатком данной конструкции механизма вязания является то, что наличие не связанных друг с другом сквозных щелей на рабочей поверхности штеги приводит к тому, что в процессе работы машины боковая поверхность иглы перекрывает щели и препятствует поступлению туда масла, что не дает возможности полностью использовать эффект смазки пары трения, так как не связанные друг с другом щели исключают возможность регулярной подачи масла в зону трения боковых поверхностей иглы и рабочих поверхностей штег. Кроме того, наличие

сквозных щелей ослабляет рабочее сечение штеги, снижая ее прочность и надежность работы.

Таким образом, в основу разработки положена задача создать механизм вязания вязальной машины, в котором путем усовершенствования конструкции штег осуществилась бы возможность повышения эффективности смазки пары трения игла-штеги, что снизило бы потребление мощности за счет снижения потерь трения, повысило бы КПВ машины и качество трикотажного полотна за счет снижения числа отказов игл.

Поставленная задача решена тем, что в механизме вязания вязальной машины (рис. 4.1), штеги на рабочих поверхностях имеют систему канавок, состоящую из одной продольной и пересекающих ее наклонных поперечных канавок (рис. 4.2). При этом один конец каждой канавки ограничен пределами рабочей поверхности штег, а другой имеет открытый выход на ребро штеги. Наклонные поперечные канавки выполнены под углом $45 - 60^\circ$ к горизонту, а их размеры определяются следующими соотношениями:

$$b = 1,5\delta; \Delta = (0,2...0,3)\delta; p = 2b, \quad (4.1)$$

где b - ширина канавки;

δ - толщина штеги;

Δ - глубина канавки;

p - шаг поперечных канавок.

Выполнение на рабочих поверхностях штег продольной и наклонных поперечных канавок, соединенных между собой в единую систему со свободным выходом поперечных канавок на ребро штеги, способствует, в отличие от известного решения [56], регулярному поступлению и накоплению масла в канавках и распределению его в зоне трения скольжения иглы между штегами.

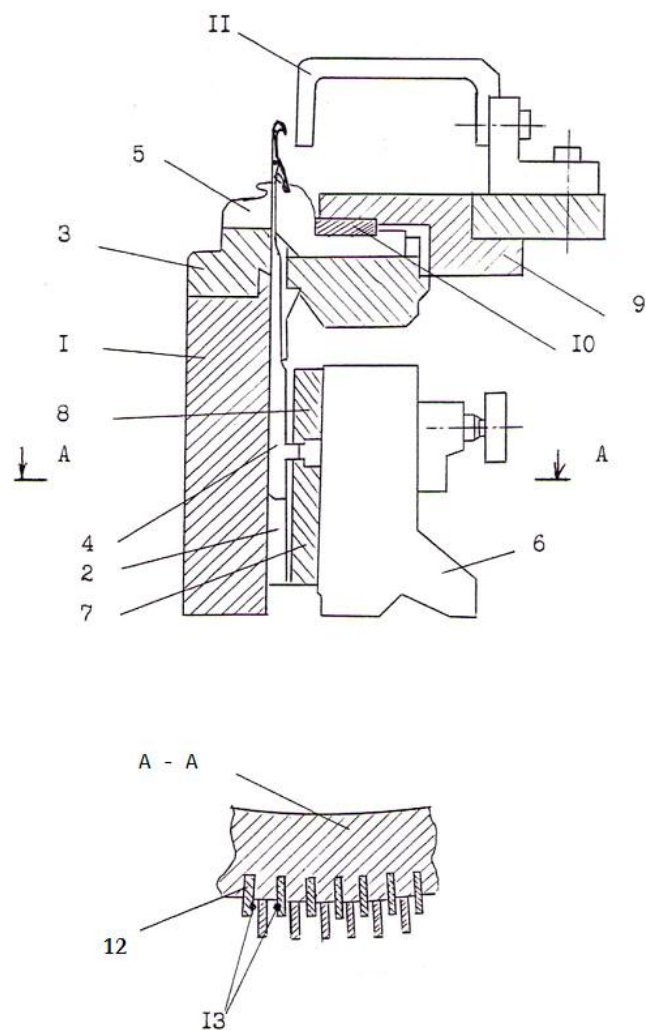


Рис. 4.1. Схема механизма вязания кругловязальной машины типа КО

В процессе вязания канавки заполняются пухом перерабатываемой пряжи, который в сочетании с маслом образует эффект «фитильной» смазки [37] пары трения игла-штеги. Все это способствует повышению эффективности смазки одной из основных пар трения механизма вязания, какой является пара игла-штеги, что снижает потребление кругловязальной машиной мощности за счет снижения потерь трения, повышению КПВ машины и качества трикотажного полотна за счет снижения числа отказов игл.

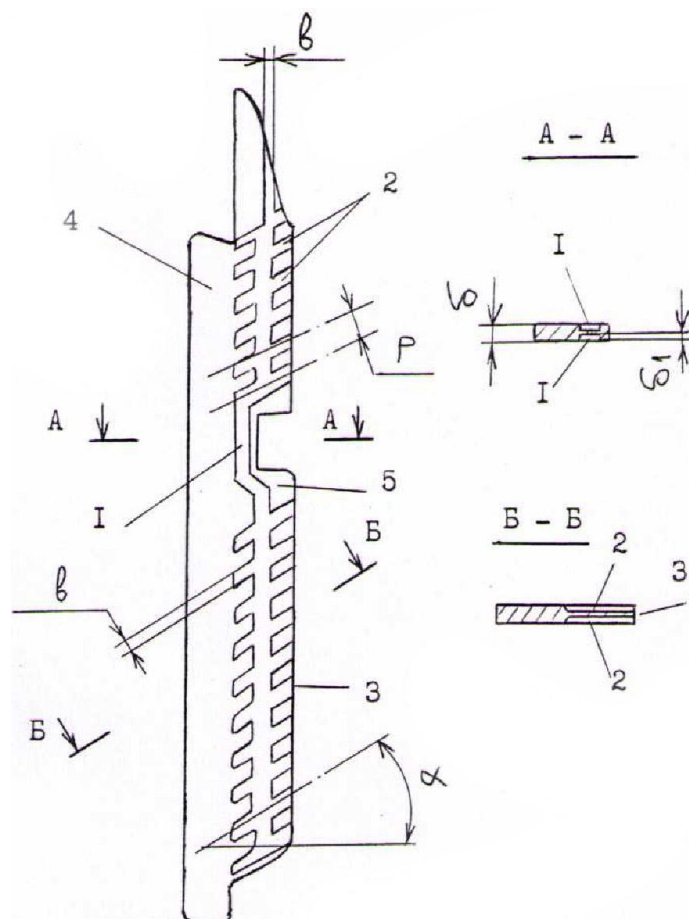


Рис. 4.2. Конструкция штеги, способствующая повышению эффективности смазки механизма вязания: 1 - продольная канавка; 2 - наклонные канавки; 3 - ребро штеги; 4 - участок запрессовки штеги; 5 - рабочая поверхность штеги

Кроме того, в отличие от известной конструкции [56], наличие на рабочих поверхностях канавок, глубина которых не превышает 0,3 толщины штеги, практически не ослабляет сечения штеги и не оказывает заметного влияния на снижение ее прочности и долговечности.

При глубине канавки менее 0,2 толщины штеги снижается эффективность смазки, при более 0,3 толщины штеги - ослабляется ее сечение.

Для более эффективного поступления масла в зону пары трения игла-штеги наклон поперечных канавок целесообразно, как показали исследования авторов, выдерживать в пределах $45...60^\circ$ при ширине канавок, равной $b = 1,5\delta$. Шаг поперечных канавок, равный удвоенной их

ширине, принят с учетом получения оптимальной площадки смазки трущихся поверхностей иглы.

Механизм вязания (рис. 4.1) содержит игольный цилиндр 1 со штегами 2; платинный венчик 3, жестко соединенный с игольным цилиндром 1; иглы 4, расположенные в пазах, образованных рабочими поверхностями 13 штег; платины 5, расположенные в пазах платинного венчика 3; игольные блоки 6 с закрепленными на них заключающими 7 и кулирными 8 клинья; кольцо 9 с жестко закрепленными на нем платинными замками 10 и нитеводителями 11. Каждая из штег 2 имеет участок запрессовки 12 (участок штеги, расположенный в теле игольного цилиндра) и рабочий участок (участок, выступающий за пределы игольного цилиндра) с рабочими поверхностями 13, взаимодействующими с иглами 4. На каждой из рабочих поверхностей штеги (рис. 4.2) имеется одна продольная и несколько наклонных поперечных канавок 2 с выходом на ребро штеги 3.

Принцип работы механизма вязания состоит в следующем. При включении машины игольный цилиндр 1 получает вращательное движение. Совместно с игольным цилиндром 1 вращаются штеги 2, жестко запрессованные в его пази, и платинный венчик 3, закрепленный в верхней части игольного цилиндра. Расположенные в пазах, образованных штегами 2, иглы 4 своими пятками взаимодействуют с неподвижными, закрепленными на игольных блоках 6, заключающими 7 и кулирными 8 клинья, что обеспечивает возвратно-поступательное движение игл. Одновременно с этим платины 5, расположенные в пазах платинного венчика 3, своими пятками взаимодействуют с платинными замками 10, жестко закрепленными на кольце 9, что обеспечивает возвратно-поступательное движение платин. Совместное взаимодействие игл, платин и нитей, поступающих через нитеводители 11, обеспечивает выполнение процесса вязания трикотажного полотна.

При работе машины масло, периодически подаваемое лубрикатором в механизм вязания через выход поперечных канавок 2 на ребро штеги 3 (рис. 4.2), поступает, благодаря наклону поперечных канавок, в систему канавок, расположенных на рабочих поверхностях штеги. Наличие продольной 1 канавки способствует более равномерному распределению масла в системе канавок. При возвратно-поступательном движении игл их боковые поверхности скользят по рабочим поверхностям штег, где расположена система канавок со смазкой.

В процессе вязания канавки заполняются пухом от перерабатываемой пряжи, который в сочетании с маслом образует эффект «фитильной» смазки, что значительно повышает эффективность смазки пары трения игла-штеги. Применительно к механизму вязания однофонтурной кругловязальной машине КО-2, как показал анализ и исследования авторов, наиболее рациональными размерами канавок и угла наклона поперечных канавок к горизонту, обуславливающими наиболее высокую эффективность смазки пары трения игла-штеги являются: ширина канавок $b = 0,9$ мм; глубина канавок $\Delta = 0,15$ мм; шаг поперечных канавок $p = 1,8$ мм; угол наклона поперечных канавок к горизонту $\alpha = 60^\circ$.

Использование предложенной конструкции штег механизма вязания кругловязальной машины позволяет:

- повысить эффективность смазки одной из основных пар трения механизма вязания, какой является пара игла-штеги;
- снизить величину потребляемой мощности машиной за счет снижения потерь трения в парах иглы-штеги;
- повысить КПВ машины за счет сокращения простоев, необходимых для замены игл при их отказах, обусловленных динамическими нагрузками, являющимися следствием низкой эффективности смазки пар трения иглы-штеги существующих конструкций машин;
- повысить качество трикотажного полотна и изделий за счет

сокращения числа отказов игл, обусловленных вышеприведенными причинами.

4.2. Разработка конструкций игл, способствующих повышению эффективности смазки пар трения механизма вязания

4.2.1. Язычковая игла с пяткой-вставкой

Одним из путей повышения эффективности смазки механизма вязания вязальной машины является совершенствование конструкции иглы.

Известны язычковые иглы вязальной машины [29], содержащие стержень с язычком и крючком, хвостовик и пятку. Недостаток этих конструкций игл является большая жесткость пятки, что обуславливает значительны динамически нагрузки, возникающие в зоне удара пятки иглы о клинья вязального механизма. Это, в свою очередь, вызывает отказ игл, что отрицательно сказывается на производительности машины и качестве трикотажного полотна [66].

С целью устранения указанных недостатков начали применять конструкции язычковых игл, пятки которых выполнены в виде отдельных элементов (пятка-вставка) - А. с. № 592891, СССР, 1978 г.

Недостатком данной конструкции язычковой иглы является то, что пятка-вставка выполнена сплошной из листовой стали, что не обеспечивает эффективности снижения ударных нагрузок. Снижение жесткости пятки здесь достигается за счет уменьшения толщины вставки, что для машин высоких классов не всегда возможно.

Кроме того, недостатком известных конструкций игл является низкая эффективность смазки пары трения пятка иглы-клин.

Устранить, с целью повышения эффективности работы механизма вязания, указанные недостатки можно путем использования

принципиально новой конструкции иглы с пяткой-вставкой, выполненной из проволоки в виде петли с отгибами (см. рис. 4.3).

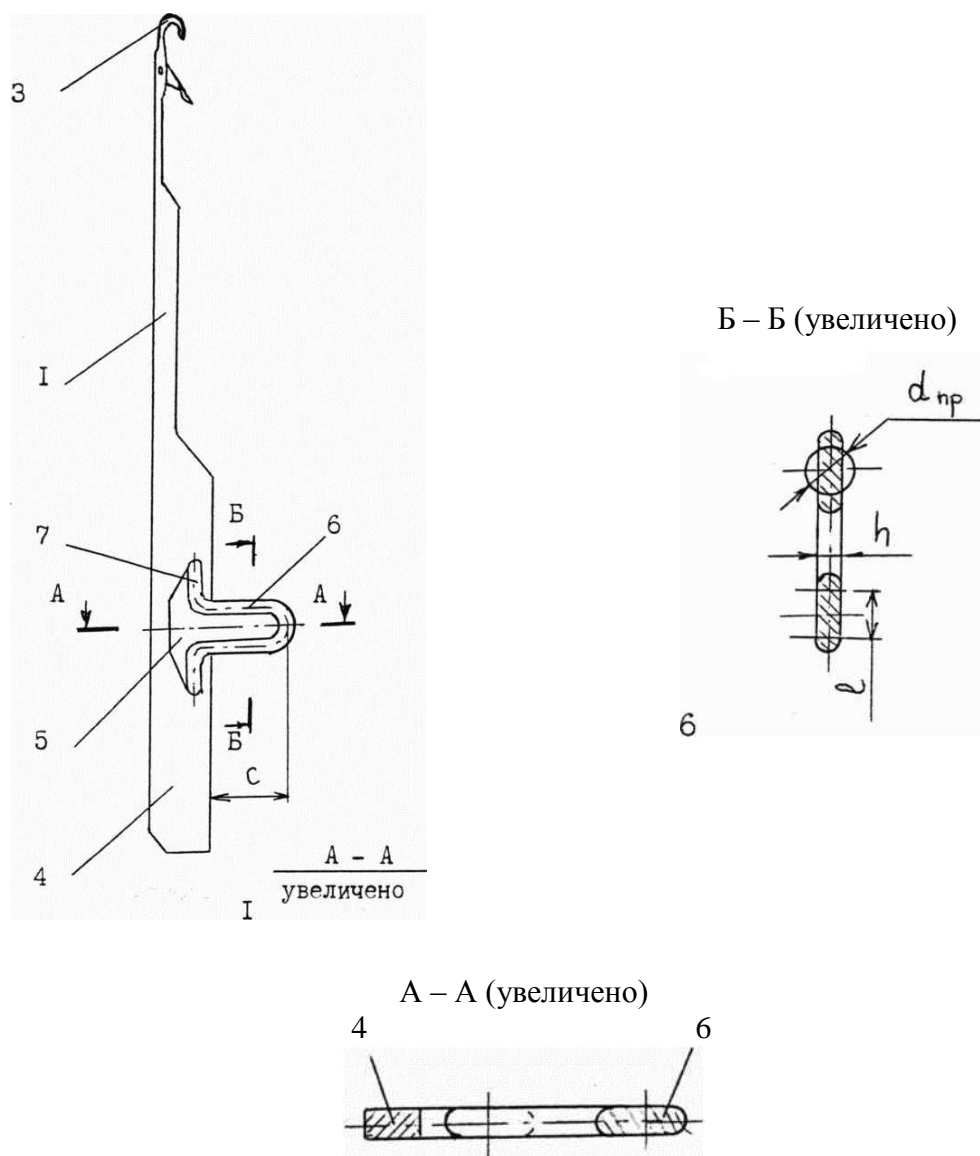


Рис. 4.3. Язычковая игла вязальной машины с пяткой-вставкой (d_{np} - диаметр проволоки, из которой изготовлена пятка-вставка)

Выполнение пятки-вставки в виде петли с отгибами способствует значительному снижению ее жесткости и проявлению высоких демпфирующих способностей в момент взаимодействия с клиньями вязального механизма машины. В процессе вязания паз иглы, в который устанавливается пятка-вставка, заполняется пухом от перерабатываемого

сырья, который в сочетании с маслом образует эффект "фитильной" смазки [37]. Все это способствует снижению ударных нагрузок в зоне взаимодействия пяток игл с клиньями, и повышению эффективности смазки пары трения пятка иглы-клин, что повышает КПВ машины и качество выпускаемого трикотажного полотна за счет снижения числа отказов игл.

Предложенная игла (рис. 4.3) содержит стержень 1 с язычком 2 и крючком 3, хвостовик 4, паз 5 и пятку-вставку 6, выполненную в виде петли с отгибами 7, расположенными в пазу стержня иглы.

Принцип работы иглы состоит в следующем. При включении машины иглы, установленные в пазах игольного цилиндра, начинают вращаться совместно с игольным цилиндром машины. При этом пятка-вставка 6 вступает во взаимодействие с клиньями механизма вязания, выполняя процесс петлеобразования, необходимый для получения трикотажного полотна.

Взаимодействие пяток игл с клиньями характеризуется ударным взаимодействием [10]. Выполнение пятки-вставки из проволоки в виде петли способствует эффективному демпфированию взаимодействия пятки-вставки с клином, что значительно снижает величину ударных нагрузок, повышая тем самым надежность и долговечность игл. Кроме того, в процессе вязания паз 5 иглы, в которой вставлена пятка-вставка 6, и пространство между ветвями петли заполняется пухом от перерабатываемого сырья, который в сочетании с маслом образует эффект "фитильной" смазки, способствующий снижению потерь трения в паре пятка иглы-клин.

Проанализируем влияние предложенной конструкции иглы на податливость системы игла-клин в зоне их взаимодействия (точка удара).

Поскольку податливость клина значительно ниже податливости пятки иглы [10], податливость системы игла-клин определяется

податливостью лишь пятки-вставки в зоне взаимодействия ее с клином (рис. 4.4).

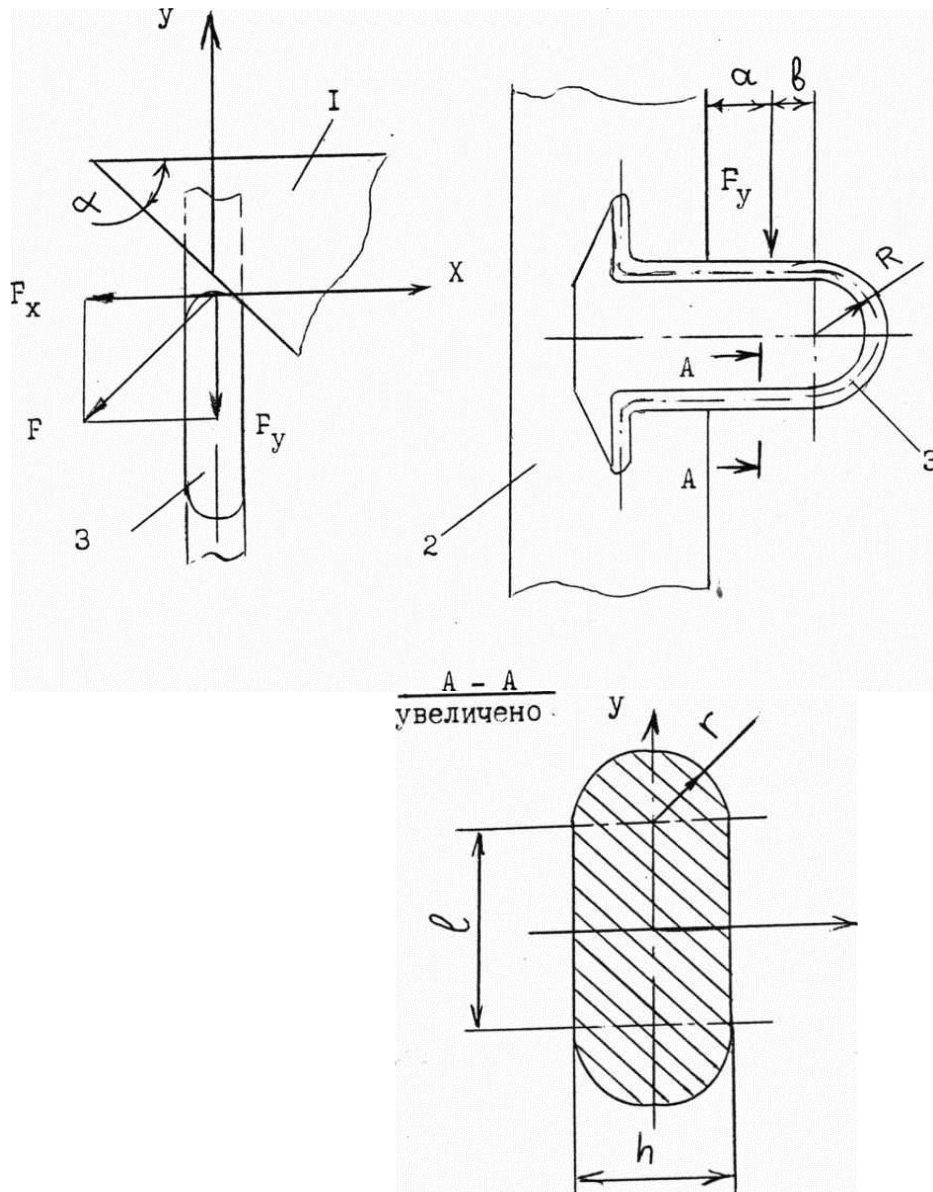


Рис. 4.4. Схема взаимодействия иглы с клином:
1 - клин; 2 - стержень иглы; 3 - пятка-вставка иглы

Как известно [10], податливость системы игла-клин определяется из условия:

$$\lambda = \lambda_x \operatorname{tg} \alpha + \lambda_y, \quad (4.2)$$

где λ - податливость системы игла-клин (податливость пятки-вставки) в точке удара;

λ_x, λ_y - податливость пятки в точке удара соответственно вдоль оси X и Y ;

α - угол профиля клина в зоне удара.

Податливость пятки иглы определяется из уравнения:

$$\lambda_x = \frac{\delta_x}{F_x}; \quad \lambda_y = \frac{\delta_y}{F_y}, \quad (4.3)$$

где δ_x, δ_y - перемещение (деформация) пятки иглы в точке удара вдоль оси X и Y соответственно от сил F_x и F_y ;

F_x, F_y - горизонтальная и вертикальная составляющие силы удара иглы о клин.

Для определения перемещения δ_y реальную конструкцию пятки-вставки представим в виде расчетной схемы (рис. 4.5).

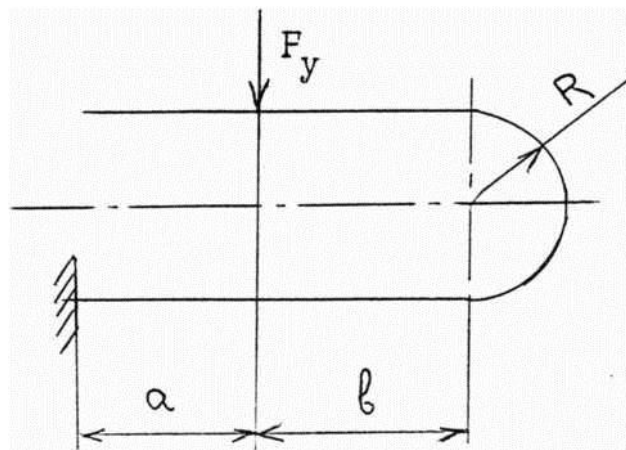


Рис. 4.5. Расчетная схема к определению перемещения δ_y

Используя энергетические методы перемещения [55], можно получить следующее выражение для определения перемещения δ_y в направлении силы F_y :

$$\delta_y = \frac{F_y}{E J_x} \left(-\frac{b^3}{3} + b^2 R \pi + \frac{1}{2} R^3 \pi + b^2 c - b c^2 + \frac{c^3}{3} + 4bR^2 \right), \quad (4.4)$$

где E - модуль упругости материала иглы;

J_x - момент инерции сечения проволоки пятки относительно оси X ;

$b, c = a + b, R$ - геометрические размеры пятки (рис. 4.4).

Для удобства определения перемещения δ_x разложим основную систему (рис. 4.6), представляющую собой раму, на две составляющие: раму с симметричной нагрузкой (рис. 4.7) и раму с кососимметричной нагрузкой (рис. 4.8).

Рама с симметричной нагрузкой является статически определимой системой, а рама с кососимметричной нагрузкой - статически неопределимой. Поэтому в сечении А (рис. 4.8) будут иметь место кососимметричные силовые факторы: X_2 - поперечная сила; X_1 - крутящий момент.

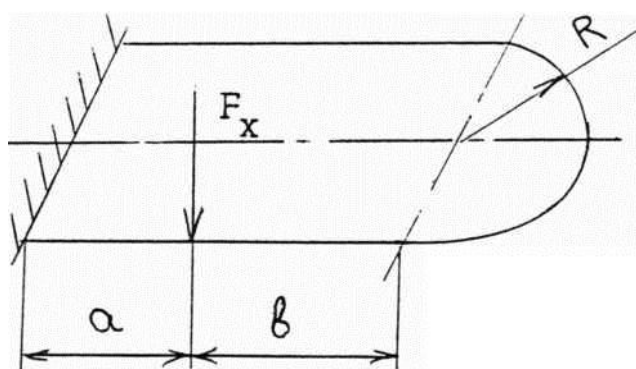


Рис. 4.6. Расчетная схема к определению перемещения δ_x
(основная система)

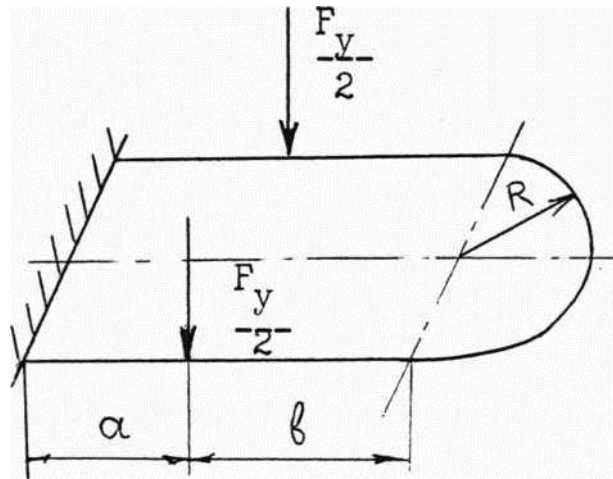


Рис. 4.7. Расчетная схема к определению перемещения δ_x
(рама с симметричной нагрузкой)

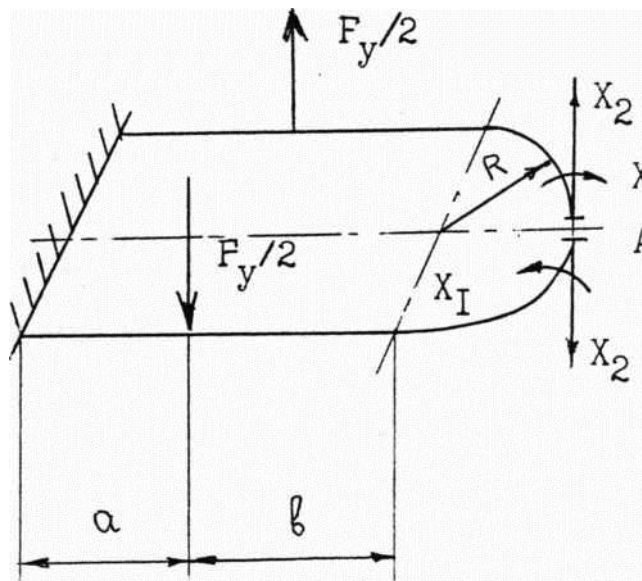


Рис. 4.8. Расчетная схема к определению перемещения δ_x
(рама с кососимметричной нагрузкой)

Уравнения для определения неизвестных X_1 и X_2 представляют собой уравнения перемещений в каноническом виде[55]:

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \delta_{1F_y} = 0;$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \delta_{2F_y} = 0, \quad (4.5)$$

где
$$\delta_{11} = 2 \left(\frac{\pi R}{4EJ_y} + \frac{c}{EJ_y} + \frac{\pi R}{4GJ_p} \right); \quad (4.6)$$

$$\delta_{22} = \frac{2}{EJ_y} + \left(\frac{R^3 \pi}{4} + R^2 c + Rc^2 + \frac{c^3}{3} \right) + \frac{2}{GJ_p} \left(\frac{3R^3 \pi}{4} - 2R^3 - R^2 c \right); \quad (4.7)$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{2}{EJ_y} \left(\frac{R^2 \pi}{4} - Rc - \frac{c^2}{2} \right) + \frac{2R^2}{GJ_p} \left(1 - \frac{\pi}{4} \right); \quad (4.8)$$

$$\delta_{1F_y} = -\frac{F_x a^2}{2EJ_y}; \quad (4.9)$$

$$\delta_{2F_y} = -\frac{F_x}{EJ_y} \left(\frac{Ra^2}{2} + \frac{ba^2}{2} + \frac{a^3}{3} \right); \quad (4.10)$$

G - модуль упругости материала иглы при сдвиге;

J_p - полярный момент инерции сечения проволоки,

$$J_p = J_x + J_y. \quad (4.11)$$

Из системы уравнений (4.7) находим:

$$X_1 = T = \frac{F_x}{EJ_y} \left(\frac{\delta_{12}}{\delta_{11}} \cdot A + \frac{a^2}{2\delta_{11}} \right); \quad (4.12)$$

$$X_2 = Q = -\frac{F_x}{EJ_y} \cdot A, \quad (4.13)$$

где T - крутящий момент;

Q - поперечная сила;

$$A = \frac{\alpha + \frac{\delta_{21} a^2}{2\delta_{11}}}{\frac{\delta_{12}^2}{\delta_{11}} + \delta_{22}}; \quad \alpha = \frac{Ra^2}{2} + \frac{ba^2}{2} + \frac{a^3}{3}. \quad (4.14)$$

При определении перемещения точки удара пятки в направлении силы F_x (рис. 4.6) суммируем результаты решений для симметричной (рис.4.7) и кососимметричной (рис. 4.8) нагрузок.

Окончательно значение перемещения пятки в точке удара вдоль оси X определяется из выражения:

$$\delta_x = \frac{F_x}{EJ_y} \left(\frac{a^3}{3} + \frac{Ta^2}{2F_x} + \frac{Qa}{F_x} \right). \quad (4.15)$$

Определим податливость системы игла-клин применительно к кругловязальной машине КО-2 при взаимодействии иглы с кулирным клином.

Исходные данные:

модуль упругости материала иглы $E = 2,2 \cdot 10^5$ МПа;

модуль упругости материала иглы при сдвиге $G = 8,1 \cdot 10^4$ МПа;

размеры сечения проволоки, из которой изготовлена пятка:

$$l = 0,5 \text{ мм}; \quad h = 0,5 \text{ мм}; \quad r = 0,25 \text{ мм}; \quad K = \frac{h}{l} = 1;$$

размеры пятки: $a = 1,5$ мм; $b = 3$ мм; $c = 4,5$ мм; $R = 1$ мм;

угол профиля кулирного клина в зоне удара $\alpha = 56^\circ$.

Учитывая форму сечения проволоки (рис. 4.4), находим [55]:

$$J_x = \frac{hl^3}{12} \left[1 + 0,165K^3 + 3\pi K(0,5 + 0,212K)^2 \right] = 309,5 \cdot 10^{-4} \text{ мм}^4;$$

$$J_y = \frac{lh^3}{12} \left(1 + \frac{3\pi}{16} K \right) = 82,7 \cdot 10^{-4} \text{ мм}^4;$$

$$J_p = J_x + J_y = 392,2 \cdot 10^{-4} \text{ мм}^4.$$

Используя выражения (4.6)...(4.8), находим:

$$\delta_{11} = 0,6304 \cdot 10^{-2}; \quad \delta_{22} = 6,4517 \cdot 10^{-2}; \quad \delta_{12} = \delta_{21} = -1,5078 \cdot 10^{-2}$$

Из выражения (4.14) находим:

$$A = 29,17; \quad \alpha = 5,625.$$

Тогда, используя (4.12), (4.13), получим:

$$T = 0,0597 F_x; \quad Q = 6,0578 \cdot 10^{-4} F_x.$$

Подставляя результаты в (4.15), находим:

$$\delta_x = 6,0578 \cdot 10^{-4} F_x \text{ мм.}$$

Перемещение точки удара пятки иглы относительно оси U определяем из уравнения (4.4):

$$\delta_y = 89,5434 \cdot 10^{-4} F_y \text{ мм.}$$

Определим податливость системы игла-клин в точке удара вдоль оси иглы (ось U), используя уравнения (4.2), (4.3):

$$\lambda = 98,524 \cdot 10^{-4} \text{ мм/Н.}$$

Учитывая, что при использовании существующей конструкции иглы поз. 0-388 в механизме вязания кругловязальной машины типа КО податливость системы игла-клин составляет $\lambda' = 7,25 \cdot 10^{-4}$ мм/Н [10], динамическая нагрузка в зоне взаимодействия предложенной иглы (рис. 4.3) с клином уменьшается в

$$n = \sqrt{\frac{\lambda}{\lambda'}} = \sqrt{\frac{98,524 \cdot 10^{-4}}{7,25 \cdot 10^{-4}}} = 3,68 \text{ раза.}$$

Таким образом, использование предложенной конструкции язычковой иглы в механизме вязания кругловязальной машины позволяет:

- повысить надежность и долговечность механизма вязания машины за счет снижения ударных нагрузок в зоне взаимодействия игл с клиньями и повышения эффективности смазки пары трения пятка иглы-клин;

- повысить КПВ машины за счет сокращения простоев, необходимых для замены игл при их отказах, обусловленных значительными ударными нагрузками, возникающими при взаимодействии известных конструкций игл с клиньями;

- повысить качество трикотажного полотна и изделий за счет сокращения числа отказов игл, обусловленных вышеизложенными причинами.

4.2.2. Язычковая игла с системой канавок для смазки

Недостатком известных конструкций игл является плохое удержание смазки на поверхности стержня, что приводит к низкой эффективности смазки пар трения игла-штеги и пятка иглы-клинья (иглы работают в условиях полусухого трения), а также невозможность поступления масла с поверхности стержня иглы в зону взаимодействия пятки с клиньями механизма вязания. Все это приводит к появлению значительных ударных нагрузок, возникающих в зоне удара пятки иглы о клинья, что вызывает отказы игл и отрицательно сказывается на производительности машин и качестве трикотажного полотна.

С целью устранения указанных недостатков начали применять конструкции язычковых игл с повышенными антифрикционными свойствами, достигаемыми путем обеспечения лучшего удержания масляной пленки на поверхности стержня иглы.

Известна, в частности, игла вязальной машины [56], содержащая стержень, состоящий из узкой и широкой частей, хвостовик, пятку, крючок и язычок. Повышение эффективности удержания масла на поверхности стержня иглы достигается за счет нанесения химическим путем на поверхности стержня и хвостовика слоя меди, образующего микропористую поверхность.

Недостатком данной конструкции иглы является низкая долговечность микропористой поверхности стержня иглы. Кроме того, конструкция иглы не обеспечивает поступления масла в зону взаимодействия пятки иглы с клиньями, что не способствует снижению ударных нагрузок в механизме вязания.

Таким образом, в основу нашей разработки положена задача создать конструкцию язычковой иглы вязальной машины, в которой путем усовершенствования стержня осуществилась бы возможность повышения

эффективности смазки пар трения игла-штеги и пятка иглы-клинья что повысило бы производительность машины и качество трикотажного полотна за счет снижения числа отказов игл.

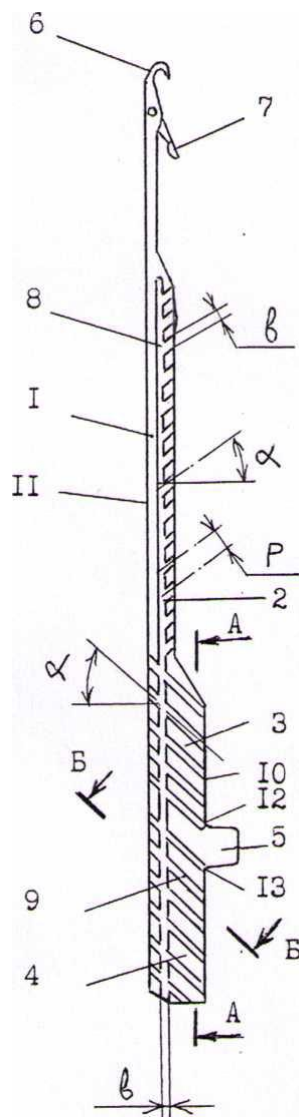


Рис. 4.9. Язычковая игла вязальной машины с системой канавок для смазки

Поставленная задача решена тем, что в предлагаемой язычковой игле (рис. 4.9) имеется система канавок, состоящая из одной закрытой продольной канавки, расположенной вдоль оси стержня, и соединяющихся с ней наклонных поперечных канавок, один конец каждой из которых имеет открытый выход на переднее ребро иглы, другой конец канавок,

расположенных на узкой части стержня ограничен вертикальной канавкой, а другой конец канавок, расположенных на широкой части стержня и на хвостовике, имеет открытый выход на заднее ребро иглы.

Кроме того, вершина угла α каждой из наклонных канавок расположенных на узкой части стержня, направлена в сторону заднего ребра иглы, а вершина угла α каждой из наклонных канавок, расположенных на широкой части стержня и на хвостике, направлена в сторону переднего ребра иглы.

Целесообразно, чтобы наклонные поперечные канавки были выполнены под углом $45..60^\circ$ к горизонту, а их размеры определялись следующими соотношениями:

$$b = (1,5...2,0)\delta; \Delta = (0,3...0,4)\delta; p = (2...3)b, \quad (4.16)$$

где b - ширина канавки;

δ - толщина иглы;

Δ - глубина канавки;

p - шаг поперечных канавок.

Выполнение иглы со стержнем, имеющим на боковых плоскостях систему канавок, состоящую из одной продольной и соединяющихся с ней, расположенных под углом $45 \dots 60^\circ$ к горизонту, наклонных поперечных канавок, способствует, в отличие от известных конструкций игл, значительному повышению эффективности смазки пар трения игла-штеги пятка иглы-клинья за счет более надежного удержания масла на боковых плоскостях стержня иглы через систему канавок и возможности поступления масла в зону взаимодействия пятки иглы с клиньями механизма вязания.

Предлагаемые углы наклона поперечных канавок и соотношения размеров канавок позволяют, на наш взгляд, достичь максимального эффекта смазки пар трения.

Все это способствует снижению ударных нагрузок, возникающих в зоне взаимодействия пяток игл с клиньями, что повышает производительность машин и качество трикотажного полотна за счет снижения числа отказов игл.

Игла (рис. 4.9) содержит стержень 1, состоящий из узкой 2 и широкой 3 частей, хвостовик 4, расположенный в нижней части иглы, пятку 5, находящуюся между широкой частью стержня и хвостовиком иглы, крючок 6, расположенный в верхней части иглы, и язычок 7.

На каждой из боковых плоскостей стержня и хвостовика иглы имеется система канавок, состоящая из одной закрытой продольной канавки 8, расположенной вдоль оси стержня, и соединяющихся с ней наклонных поперечных канавок 9, один конец каждой из которых имеет открытый выход на переднее ребро 10 иглы, другой конец канавок, расположенных на узкой части стержня 2, ограничен продольной канавкой, другой конец канавок, расположенных на широкой части стержня и хвостовике, имеет открытый выход на заднее ребро 11 иглы. Кроме того поперечные канавки 9 имеют открытый выход в зону взаимодействия пятки иглы с кулирным клином 12 и заключающим клином 13.

Принцип работы иглы состоит в следующем. При включений машины иглы, установленные в пазах, образованных штегами игольного цилиндра машины, начинают вращаться совместно с игольным цилиндром. При этом пятка 5 иглы вступает во взаимодействие с клиньями механизма вязания машины, что обеспечивает возвратно-поступательное движение иглы, необходимое для выполнения процесса петлеобразования. При работе машины масло, подаваемое в механизм вязания, через открытые выходы наклонных поперечных канавок, расположенных на узкой части 2 стержня иглы, поступает в систему канавок, обеспечивая смазку пары трения игла-штеги. Через систему наклонных канавок,

расположенных на широкой части 3 стержня и хвостовике 4, масло поступает в зону взаимодействия пятки иглы с кулирным клином 12 и в зону взаимодействия пятки иглы с заключающим клином 13.

Кроме того, в процессе вязания система канавок заполняется пухом от перерабатываемого сырья, который в сочетании с маслом образует эффект «фитильной» смазки [37], способствующий снижению потерь трения в парах игла-штеги и пятка иглы-клинья.

Лабораторные испытания, проведенные авторами, показали, что применительно к иглам кругловязальной машины типа КО-2 максимальный эффект получен при следующих размерах канавок и угле наклона поперечных канавок: ширина канавок $b = 1$ мм; глубина канавок $\Delta = 0,15$ мм; шаг наклонных канавок $p = 2,5$ мм; угол наклона поперечных канавок $\alpha = 60^\circ$.

Использование предложенной конструкции язычковой иглы вязальной машины позволяет:

- повысить надежность и долговечность механизма вязания вязальной машины за счет снижения ударных нагрузок в зоне взаимодействия игл с клиньями, достигнутого путем повышения эффективности смазки пар трения игла-штеги и пятка иглы-клинья;
- повысить производительность машины за счет сокращения простоев, необходимых для замены игл при их отказах, обусловленных ударными нагрузками, возникающими при взаимодействии известных конструкций игл с клиньями;
- повысить качество трикотажного полотна и изделий за счет сокращения числа отказов игл, обусловленного вышеизложенными причинами.

4.2.3. Язычковая игла со сквозными отверстиями, расположенными в хвостовике, пятке и стержне

Значительные контактные напряжения, возникающие при взаимодействии существующих игл с направляющими (штегами) игольницы вязальной машины, в которых они расположены, приводят к ухудшению условий смазывания пары игла-направляющие и, как следствие, к увеличению сил трения движения иглы, что приводит к снижению надежности и долговечности ее работы.

С целью повышения эффективности смазки пар трения игла-штеги, игла-клин механизма вязания вязальной машины авторы предлагают новую конструкцию иглы, которая в отличие от известных игл имеет сквозные отверстия круглой формы, расположенные в хвостовике, пятке и стержне (рис. 4.10).

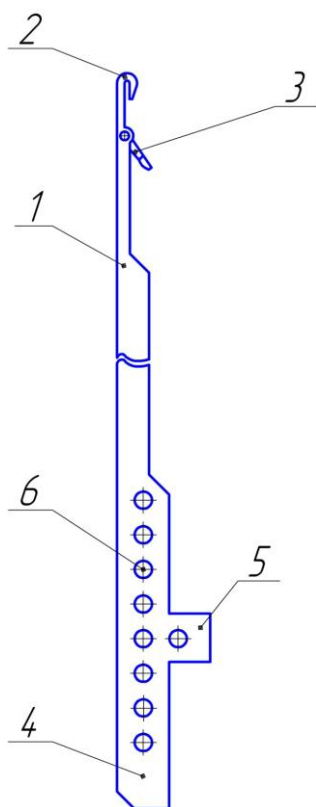


Рис. 4.10. Язычковая игла вязальной машины со сквозными отверстиями в хвостовике, пятке и стержне

Дополнительное оснащение иглы сквозными отверстиями, преимущественно круглыми, расположенными в хвостовике, пятке и стержне иглы, позволяет повысить эффективность смазывания пар трения механизма вязания (в процессе работы вязальной машины в сквозные отверстия попадает пух от перерабатываемой пряжи, образуя вместе с маслом эффект "фитильной смазки") и, таким образом, уменьшить силы трения пары игла-направляющие.

Кроме того, наличие сквозных отверстий позволяет погасить ударные волны напряжений, возникающие в теле иглы в результате удара ее пятки о клинья механизма вязания и уменьшить интенсивность их распространения от пятки к крючку и узлу крепления язычка. Все это обеспечивает повышение надежности и долговечности работы иглы.

Игла (рис. 4.10) содержит стержень 1 с крючком 2 и язычком 3 на одном его конце, хвостовик 4 с пятой 5 на втором его конце и сквозные отверстия 6, преимущественно круглые, расположенные в хвостовике 4, в пятке 5 и в стержне 1.

Принцип работы иглы вязальной машины таков. При включении, например, кругловязальной машины иглы, установленные в направляющих (пазах) игольного цилиндра механизма вязания, начинают вращаться. При этом пятка 5 иглы, взаимодействуя с клиньями механизма вязания, обеспечивает возвратно поступательное движение иглы в пазу игольного цилиндра. Крючок 2 и язычок 3, взаимодействуя с пряжей и петлями трикотажного полотна, обеспечивают осуществление процесса петлеобразования, необходимого для получения трикотажного полотна.

При работе вязальной машины в сквозные отверстия 6 попадает пух от перерабатываемой пряжи, образуя вместе с маслом эффект "фитильной смазки", что обеспечивает снижение сил трения пары игла-направляющие. Взаимодействие пятки 5 с клиньями приводит к ударному

импульсу, вызывающему ударные волны напряжений. Наличие сквозных отверстий 6 позволяет погасить ударные волны напряжений, возникающие при этом в теле иглы в результате удара ее пятки 5 о клинья, и уменьшить интенсивность их распространения от пятки 5 к крючку 2 и узла крепления язычка 3. Все это обеспечивает повышение надежности и долговечности работы иглы вязальной машины.

4.3. Разработка конструкций клиньев, способствующих повышению эффективности смазки пар трения пятки игл-клинья

4.3.1. Клин с глухим отверстием и канавками для смазки, расположенными в зоне рабочей поверхности

Недостатком известных конструкций клиньев вязальных машин является низкая эффективность смазки пар трения пятка иглы-клин, обусловленная гладкой поверхностью клина, с которой масляная пленка легко стирается пятками игл в процессе работы машины. Недостаточная эффективность смазки зоны трения пяток игл и рабочих поверхностей клиньев приводит к увеличению потерь трения, а также к увеличению динамических нагрузок, действующих на иглу и обуславливающих их отказы, что отрицательно сказывается на КПВ машины и качестве трикотажного полотна [66].

С целью устранения указанных недостатков начали применять конструкции клиньев, на рабочей поверхности которых имеется канавка для смазки. Известен, в частности, клин вязальной машины [47], содержащий корпус с отверстиями для его крепления и канавкой для смазки, расположенной вдоль рабочей поверхности клина. Канавка для смазки выполнена сквозной. Масло попадает в канавку периодически во время смазки механизма вязания.

Недостатком данной конструкции клина является то, что канавка для смазки имеет свободный выход за пределы клина. Такое конструктивное решение не позволяет полностью использовать эффективность смазки пары трения пятки игла-клинья за счет вытекания масла за пределы рабочей поверхности клина.

В основу разработки новой более эффективной конструкции клина авторы поставили задачу создать такой клин вязальной машины, в котором путем усовершенствования канавки для смазки, расположенной на рабочей поверхности клина, повысилась бы эффективность смазки пары трения пятка иглы-клин, благодаря чему снизились бы потери трения, а следовательно потребление мощности машиной, повысился бы ее КПД и качество выпускаемого трикотажного полотна за счет снижения числа отказов игл.

Поставленная задача решена тем, что клин вязальной машины дополнительно снабжен глухим отверстием (рис. 4.11) для подачи масла, расположенным на боковой поверхности клина и соединенным посредством канала с канавкой смазки, при этом последняя выполнена закрытой.

Выполнение на рабочей поверхности клина канавки с закрытыми концами и глухого отверстия с каналом для подачи в канавку масла позволяет обеспечить быструю подачу масла в канавку и благодаря ограничивающим ее стенкам способствует накоплению в канавке масла и распределению его в зоне скольжения пятки иглы по рабочей поверхности клина. Кроме того, в процессе вязания канавка заполняется пухом от перерабатываемого сырья, который в сочетании с маслом образует эффект «фитильной» смазки.

Все это способствует повышению эффективности смазки одной из основных пар трения механизма вязания, какой является пара пятка иглы-клин, что снижает потребление машиной мощности за счет снижения

потерь трения, повышает КПВ машины и качество выпускаемого трикотажного полотна за счет снижения числа отказов игл.

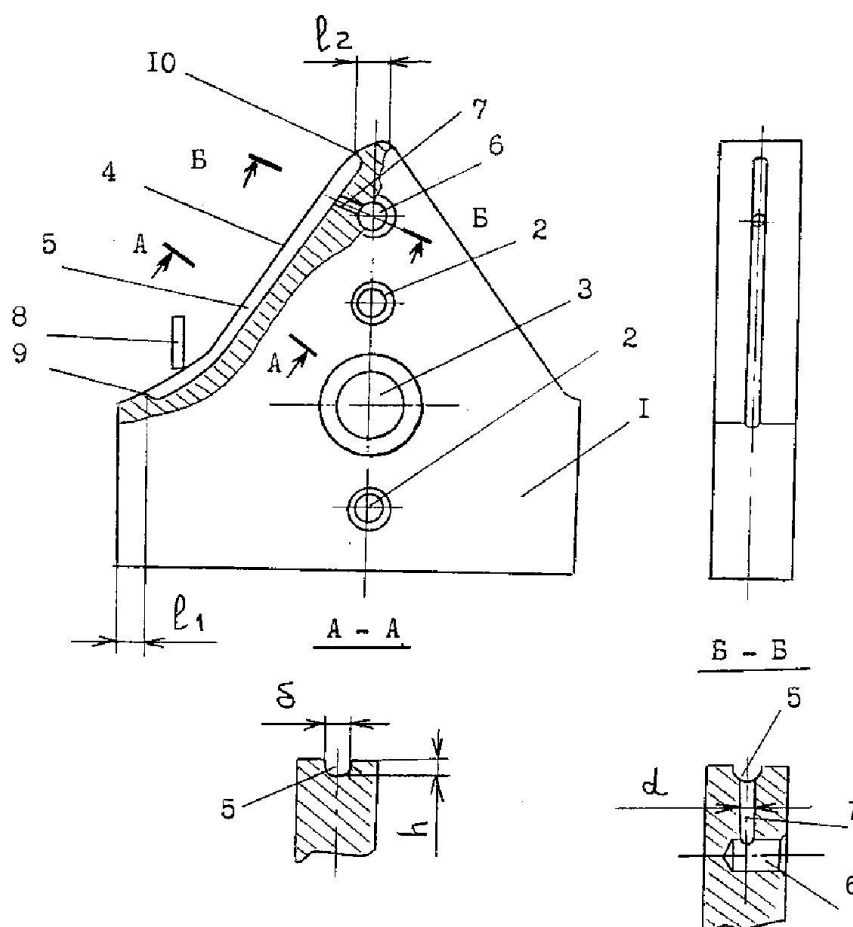


Рис. 4.11. Клин вязальной машины с повышенной эффективностью смазки

Предложенный клин (рис. 4.11) содержит: корпус 1 с отверстиями 2 и 3 для его крепления; рабочую поверхность 4 клина; канавку 5 для смазки, расположенную вдоль рабочей поверхности клина; глухое отверстие 6 для подачи масла, расположенное на боковой поверхности клина; канал 7, соединяющий канавку 5 с глухим отверстием 6; пятку иглы 8, контактирующую с рабочей поверхностью 4 клина; закрытые концы 9, 10 канавки 5 для смазки.

Принцип работы клина состоит в следующем. При включении машины пятка иглы 8 взаимодействует с рабочей поверхностью 4 клина,

на которой имеется канавка 5 с маслом, поступающим через глухое отверстие 6 и канал 7. В процессе вязания канавка заполняется пухом от перерабатываемого сырья, который в сочетании с маслом образует эффект «фитильной» смазки, а закрытые концы 9 и 10 канавки не позволяют маслу вытекать за пределы канавки, что повышает эффективность смазки пары трения пятки игл-клин. Аналогично устроен и работает кулирный клин вязальной машины, предназначенный для опускания игл в процессе петлеобразования.

Применительно к заключающему клину кругловязальной машин как показывает анализ, наиболее рациональными размерами канавки и канала для подачи масла, обеспечивающими наиболее высокую эффективность смазки пары трения пятки игл-клин, являются: ширина канавки $\delta = 0,8$ мм; глубина канавки $h = 1$ мм; расстояние концов канавки от профиля клина $l_1 = l_2 = 1,5$ мм; диаметр сечение канала $d = 0,8$ мм.

Использование предложенной конструкции клина вязальной машины позволяет:

- снизить потребление машиной мощности за счет снижения потерь трения в парах пятки игл-клинья;
- повысить КПВ машины за счет сокращения простоев, необходимых для замены игл при их отказах, обусловленных значительными динамическими нагрузками, являющимися следствием низкой эффективности смазки пар трения пятки игл-клинья существующих машин;
- повысить качество трикотажного полотна и изделий за счет сокращения числа отказов игл, обусловленных вышеизложенными причинами.

4.3.2. Клин с упругой пластиной и гигроскопической вставкой со смазкой

В основу разработки новой конструкции клина, способствующей повышению эффективности смазки пары трения игла-клин авторами была положена задача создать такой клин вязальной машины, в котором путем введения новых элементов и их связей обеспечилось бы повышение долговечности работы клина вязальной машины.

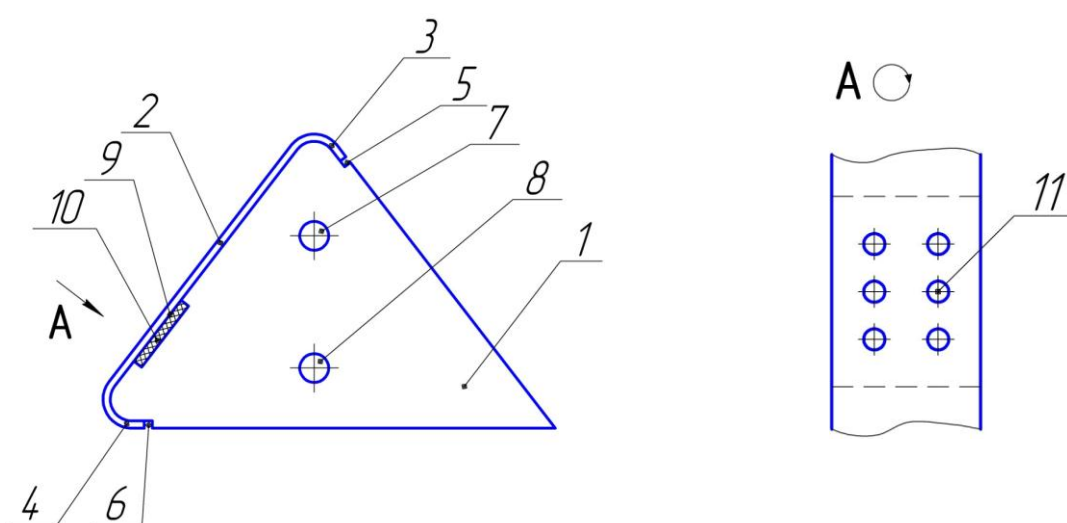


Рис. 4.12. Клин вязальной машины с упругой пластиной и гигроскопической вставкой со смазкой

Поставленная задача решена тем, что предложенный авторами клин (рис. 4.12), в отличие от известных конструкций клиньев вязальных машин, дополнительно снабжен гигроскопичной вставкой с маслом, расположенной в зазоре, при этом упругая пластина снабжена сквозными круглыми отверстиями, расположенными в зоне зазора.

Дополнительное оснащение клина вязальной машины гигроскопичной вставкой с маслом и оснащение съемной пластины сквозными круглыми отверстиями, расположенными в зоне гигроскопической вставки, позволяет повысить эффективность смазывания

рабочей поверхности клина (в процессе работы вязальной машины масло, находящееся в гигроскопичной вставке под давлением съемной пластины, обусловленным взаимодействием игл с клином, через сквозные отверстия попадает на рабочую поверхность клина и, таким образом, уменьшает силу трения пары игла-клин), что приводит к повышению долговечности работы клина вязальной машины.

Предложенный клин вязальной машины содержит корпус 1 с рабочей поверхностью, выполненной в виде съемной пластины 2, установленной в корпусе 1 с возможностью съема. С этой целью концы пластины 2 имеют отгибы 3, 4, а корпус 1 содержит гнезда 5, 6, в которых они располагаются. Корпус 1 содержит два отверстия 7, 8, с помощью которых он крепится к блоку вязальной системы (на рис. 4.12 не показаны). Между корпусом 1 и съемной пластиной 2 в нижней части клина (зона ударного взаимодействия иглы с рабочей поверхностью) имеется зазор 9, в котором расположена гигроскопичная вставка с маслом 10. Съемная пластина 2 оборудована сквозными круглыми отверстиями 11, расположенными в зоне зазора 9 с установленной гигроскопичной вставкой с маслом 10. При этом пластина 2 выполнена в виде фигурной пластины из высококачественной стали, например из стали ШХ 15, или пружинной стали, а корпус 1 изготавливается из дешевых низкоуглеродистых сталей, например стали Ст. 5.

Принцип работы клина таков. При включении, например, кругловязальной машины иглы, установленные в иглочном цилиндре механизма вязания, начинают вращаться. При этом иглы, встречая на своем пути пластину 2, взаимодействуют с ней, поднимаясь вверх, что обеспечивает осуществление процесса петлеобразования, необходимого для получения трикотажного полотна.

В процессе работы вязальной машины масло, находящееся в гигроскопичной вставке 10, под давлением пластины 2 через сквозные

отверстия 11 попадает на рабочую поверхность клина (съемную пластину), снижая силы трения пары игла-клин, что приводит к снижению интенсивности износа рабочей поверхности клина и, таким образом, повышению долговечности работы клина.

4.4. Разработка конструкции кругловязальной машины, способствующей повышению эффективности смазки механизма вязания

Недостатком известных конструкций кругловязальных машин является невозможность управления температурой пар трения механизма вязания, какими являются пары иглы-штеги и иглы-клинья. Это приводит к тому, что температура механизма вязания в процессе работы машины колеблется в широких пределах (от 20°C в момент включения машины в начале рабочей смены до 60°C после 2-3 -х часов ее работы) [52].

Колебание температуры пар трения механизма вязания оказывает существенное влияние на вязкость масла, используемого для смазки механизма [62]. Непостоянство вязкости масла приводит к повышенному отказу игл, что отрицательно сказывается на КПВ машины и качестве трикотажного полотна.

Исследования, проведенные авторами, показали, что в период первого часа работы кругловязальной машины КО-2 среднее число отказов игл достигает 6,6, в то время как в последующие 2-й и 3-й часы работы – соответственно 2,4 и 1,9 (исследования проводились на Киевском ПТО им. Розы Люксембург).

Следовательно, предварительный перед пуском машины нагрев механизма вязания до температуры близкой к установившейся (примерно 60°C) позволит избежать повышенного отказа игл, что, естественно, положительно сказывается на КПВ машины и качестве трикотажного полотна.

Таким образом, в основу совершенствования конструкции кругловязальной машины можно положить задачу создания такой конструкции машины, в которой путем ее усовершенствования осуществилась бы возможность управления температурой пар трения механизма вязания, что позволило бы уменьшить число отказов игл, повысить КПВ машины и качество трикотажного полотна.

Поставленная задача решена тем, что игольный цилиндр машины дополнительно снабжен нагревателем и устройством управления режимом его работы (рис. 4.13).

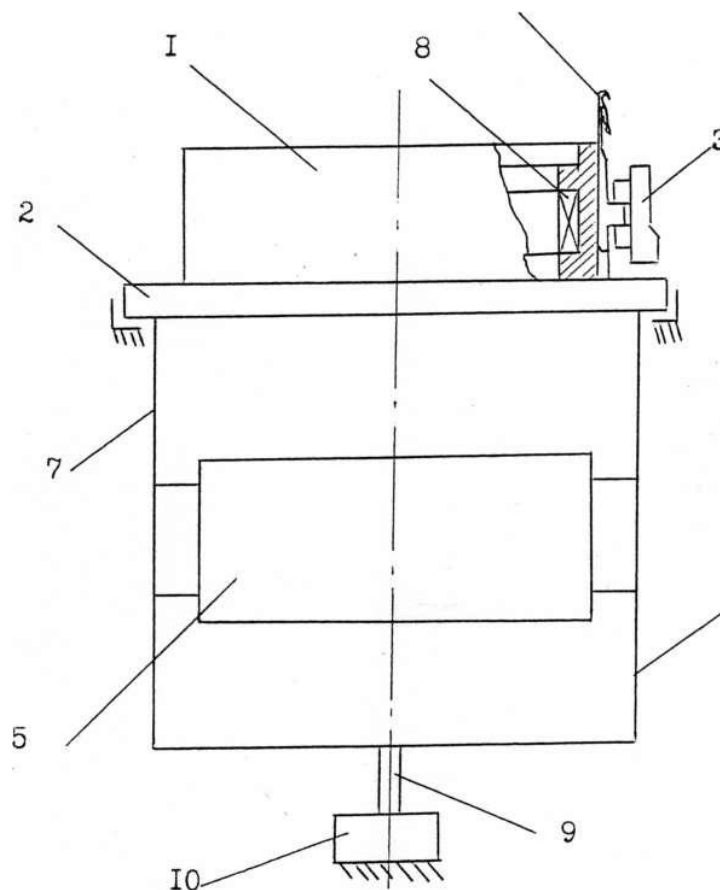


Рис. 4.13. Схема кругловязальной машины с предварительным нагревом механизма вязания

Наличие в игольном цилиндре нагревателя и устройства управления режимом его работы позволяет осуществить предварительный, перед пуском машины, нагрев игольного цилиндра, а, следовательно, и механизма вязания, и поддержание в дальнейшем его температуры в заданных пределах. Это обеспечивает стабильность вязкости масла, используемого для смазки пар трения механизма вязания, что уменьшает число отказов игл, повышает КПВ машины и качество трикотажного полотна за счет снижения числа отказов игл.

Кругловязальная машина (рис. 4.13) содержит игольный цилиндр 1, жестко соединенный с зубчатым колесом 2, механизм вязания 3, содержащий иглы 4 и др. рабочие элементы (на рис. 4.13 не показано), товароприемный механизм 5, установленный на кронштейнах 6 и 7, жестко соединенных с зубчатым колесом 2. В теле игольного цилиндра расположен по всему его периметру с внутренней стороны нагреватель 8. Кронштейны 6, 7 жестко соединены с осью 9, к которой присоединена вторичная обмотка (рис. 4.13 не показано) трансформатора 10.

Устройство управления режимом работы нагревателя (рис. 4.14) содержит источник переменного напряжения высокой частоты 1, управляемый регулятор 2, энергетический канал связи 3, нагреватель 4, преобразователь температуры в напряжение 5, преобразователь напряжения в частоту 6, информационный канал связи 7, преобразователь частоты в напряжение 8, компаратор 9, блок управления пуском машины 10, задатчик 11, регулятор интенсивности 12 и блокиратор включения предварительного прогрева 13.

Работает устройство следующим образом. С источника 1 переменного напряжения напряжение поступает на управляемый тиристорный регулятор 2, выход которого через энергетический канал связи 3 подключен к нагревателю 4. Регулировка действующего значения

напряжения осуществляется путем изменения угла отсечки части питающего напряжения, поступающего на управляемый регулятор. Введение управляющего воздействия может формироваться автоматически по сигналам с выхода компаратора 9 или вручную, изменением установки регулятора интенсивности 12.

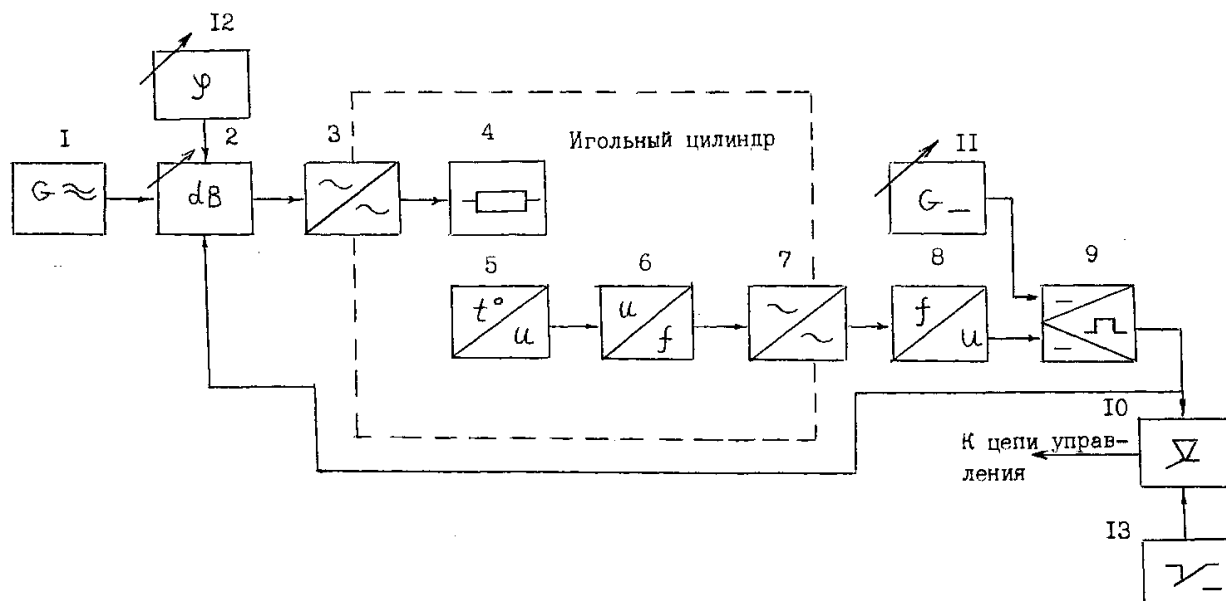


Рис. 4.14. Устройство управления режимом работы нагревателя игольного цилиндра вязальной машины (схема функциональная электрическая)

Энергетический канал связи представляет собой трансформатор, выполненный на броневом сердечнике типа СБ с вращающейся вторичной обмоткой [13]. К выходу вторичной обмотки трансформатора подключен нагреватель 4, расположенный в теле игольного цилиндра. Там же установлен датчик температуры 5, в качестве которого возможно использование р-п перехода полупроводникового диода или транзистора в диодном включении. Выходной сигнал с датчика поступает на преобразователь напряжения в частоту 6 и затем выдается в информационный канал связи 7, конструкция которого аналогична энергетическому каналу связи. Для повышения помехозащищенности, передаваемой информации, использованы преобразователи напряжение-

частота и частота-напряжение соответственно на вращающейся и неподвижной частях системы. Снимаемый с неподвижной обмотки информационного канала связи 7 частотный сигнал преобразуется в напряжение в преобразователе 8, с выхода которого сигнал снимается на один из входов компаратора 9, на второй вход которого поступает сигнал с датчика температуры 11. При совпадении сигналов на входах компаратора 9, свидетельствующем о равенстве температуры игольного цилиндра заданному значению, компаратор вырабатывает сигнал выключения регулятора 2, которым также разрешается включение машины. В случае необходимости включения машины без предварительного прогрева цилиндра включается блокиратор 13, полностью отключающий систему предварительного подогрева.

Температура предварительного нагрева игольного цилиндра может задаваться при помощи датчика 11, а скорость прогрева – при помощи регулятора интенсивности 12.

При поступлении сигнала о разрешении включения машины (загорается сигнальная лампочка) можно включать машину. При включении машины с помощью механических передач (на рис. 4.11 не показано) приводится во вращение зубчатое колесо 2. Одновременно с этим получают вращательное движение игольный цилиндр 1 и кронштейны 6, 7, приводящие в движение механизм вязания 3 и товароприемный механизм 5, что необходимо для получения трикотажного полотна.

Регулировка температуры игольного цилиндра (механизма вязания) поддерживается автоматически следующим образом. В игольном цилиндре машины 1 на некотором расстоянии от нагревателя 8 установлен датчик, в качестве которого возможно применение р-п перехода диода или транзистора в диодном режиме. В основе р-п перехода для измерения

температуры лежит известная зависимость падения напряжения на переходе в зависимости от температуры кристалла.

Перед включением нагревателя температура игольного цилиндра и соответственно р-п перехода определяется температурой окружающей среды и падение напряжения на р-п переходе минимально. Таким образом, на первый вход компаратора 9 через цепочку, состоящую из преобразователя напряжения в частоту 6, информационного канала связи 7 и преобразователя частоты в напряжение 8, поступает сигнал пропорциональный падению напряжения на р-п переходе датчика температуры при температуре окружающей среды. На другой вход компаратора 9 поступает напряжение с датчика температуры 11, в качестве которого использован регулируемый источник постоянного тока.

По мере нагрева игольного цилиндра изменяется падение напряжения на р-п переходе и соответственно изменяется сигнал на первом входе компаратора. В момент равенства напряжений на обоих входах компаратора на его выходе изменяется потенциал. Изменившимся потенциалом выключается регулятор 12 и с нагревателя 4 (рис. 4.12) снимается напряжение. Одновременно с выхода компаратора подается сигнал на блок управления пуском машины 10, разрешающий включение машины при достижении заданной температуры.

Изменением сигнала на выходе датчика температуры 11 возможна регулировка порога срабатывания компаратора 9, которым будет определяться необходимая температура прогрева игольного цилиндра 1 машины (рис. 4.11), а, следовательно, и механизма вязания.

Применительно к кругловязальной машине КО-2 размеры паза игольного цилиндра для установки в него нагревателя следующие: глубина 15 мм; высота 50 мм.

Использование предложенной конструкции кругловязальной машины позволяет:

- повысить надежность и долговечность механизма вязания вязальной машины за счет повышения эффективности смазки в результате постоянства температуры пар трения иглы-штеги и иглы-клинья;

- повысить КПВ машины за счет сокращения простоев, необходимых для замены игл при их отказах, явившихся результатом непостоянства вязкости масла в существующих конструкциях механизмов вязания;

- повысить качество трикотажного полотна за счет сокращения отказов игл, вызванных вышеуказанными причинами.

В результате выполненных исследований:

1. Разработана принципиально новая конструкция штеги, способствующая повышению эффективности смазки пары трения игла-штеги.

2. Установлено, что применительно к кругловязальной машине КО-2 рациональными параметрами системы канавок штеги для смазки пары трения игла-штеги, обуславливающими высокую эффективность смазки, являются: ширина канавок 0,9 мм; глубина канавок 0,15 мм; шаг поперечных канавок 1,8 мм; угол наклона поперечных канавок к горизонту 60° .

3. Разработана принципиально новая конструкция язычковой иглы с пяткой-вставкой, способствующей повышению эффективности смазки механизма вязания.

4. Установлено, что использование предложенной конструкции язычковой иглы кругловязальной машине КО-2 позволяет уменьшить динамические нагрузки в механизме вязания (в зоне взаимодействия пятки иглы с клином) примерно в 3,7 раза.

5. Разработана принципиально новая конструкция язычковой иглы с системой канавок для смазки, способствующей повышению эффективности смазки механизма вязания.

6. Установлено, что применительно к кругловязальной машине КО-2 рациональными параметрами канавок иглы, обеспечивающими максимальную эффективность, являются: ширина канавок 1 мм; глубина канавок 0,15 мм; шаг наклонных канавок 2,5 мм; угол наклона поперечных канавок 60° .

7. Разработаны принципиально новые конструкции клиньев кругловязальной машины, способствующие повышению эффективности смазки пары трения пятки игл-клинья.

8. Установлено, что применительно к заключающему клину кругловязальной машины КО-2 рациональными параметрами являются: ширина канавки клина 0,8 мм; глубина канавки 1 мм; расстояние концов канавки от рабочего профиля клина 1,5 мм; диаметр сечения канала, подводящего масло к канавке 0,8 мм.

9. Разработана принципиально новая конструкция кругловязальной машины, способствующая повышению эффективности смазки механизма вязания путем предварительного его нагрева до заданной температуры и последующего поддержания в процессе работы стабильной температуры механизма вязания, что обеспечивает постоянство вязкости масла в системе смазки пар трения игла-штеги и игла-клинья.

РАЗДЕЛ 5

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЗКИ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩИХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

5.1.Metalлоплакирующие нанотехнологии для повышения срока службы и улучшения эксплуатационных характеристик оборудования

5.1.1. Эффект безизносности в узлах трения

В последние годы группой ученых, в состав которой входили представители различных организаций, были проведены комплексные исследования по разработке научно-обоснованных методов улучшения эксплуатационных характеристик и повышения срока службы трущихся деталей и инструмента машин легкой промышленности и бытового назначения во время эксплуатации с использованием металлоплакирующих нанотехнологий [177].

Одним из перспективных направлений снижения износа является реализация в узлах трения режима избирательного переноса (эффекта безизносности) [178-182].

Явление избирательного переноса наблюдается при трении деталей из медьсодержащих сплавов по стали в среде глицерина и проявляется в виде избирательного растворения и переноса меди на поверхность стальной детали и обратно. При этом на трущихся поверхностях образуется защитная пленка меди, предотвращающая изнашивание металла и обеспечивающая режим безизносного трения. Механизм избирательного переноса при трении медных сплавов по стали в среде глицерина в настоящее время достаточно хорошо изучен, однако в технике подобные пары трения и среда находят ограниченное применение.

Изучение условий работы деталей узлов трения компрессоров бытовых холодильников и анализ возможных физико-химических процессов в зоне фрикционного контакта показали, что во время работы на трущихся поверхностях деталей самопроизвольно образуется защитная медная пленка [183].

Характерной особенностью этого процесса является то, что омеднению подвергаются трущиеся детали, изготовленные из стали и чугуна, в состав которых медь не входит. Медь переходит в раствор в результате взаимодействия масло-хладоновых смесей с медными трубопроводами. Образующиеся химические соединения попадают в зазоры трущихся деталей, на которых происходит обратный процесс – восстановление меди.

В компрессорах бытовых холодильников имеет место избирательное растворение, перенос и осаждение меди на площадях фактического контакта образуется тонкая медная пленка, препятствующая возникновению задиров во время пуска компрессора, когда смазка в зазорах отсутствует. Наличие высших жирных кислот в масле способствует улучшению его смазывающей способности и образованию защитного адсорбционного слоя на образовавшейся пленке меди.

Следовательно, имеются все признаки для того, чтобы отнести данное явление к одной из форм избирательного переноса, характерной при использовании металлоплакирующего смазочного материала.

Анализ физико-химических превращений, протекание которых возможно при работе герметических хладоновых компрессоров, и исследования, проведенные с участием авторов настоящей работы, позволили предложить механизм безизносности их узлов трения.

Во время работы компрессора образуются поверхностно-активные вещества (например, жирные кислоты), взаимодействующие с медными частями холодильного агрегата. В результате химических реакций

происходит образование медьсодержащих органических соединений (например, медных мыл), растворимых в смазочной среде. Со смазочной средой эти соединения попадают на детали компрессора и, адсорбируясь, восстанавливают медь.

Железосодержащие соединения, образующиеся в результате реакции обмена, представляют собой также поверхностно-активные вещества, и присутствие их в зоне трения улучшает режим работы деталей.

Поверхностно-активные вещества снижают энергетические затраты при трении и способствуют улучшению диспергирования продуктов износа.

В результате этого мелкие частицы износа, покрытые медью, удерживаются в зазоре трущихся деталей и вместе с восстанавливаемой медью формируют на поверхности защитную металлическую пленку.

При разложении хладона-12 или его взаимодействии с водой выделяется хлористый водород и образуется соляная кислота. Последняя вступает в химическую реакцию с медными частями холодильного агрегата и образует хлорид меди, который в виде мелкодисперсных частиц во взвешенном состоянии со смазочной средой попадает в зону трения. Перемещение трущихся деталей приводит к обнажению не окисленных поверхностей, при этом происходит восстановление меди на деталях из железоуглеродистого сплава [180].

Хладон-12 хорошо растворяется в масле и, таким образом, всегда присутствует на фрикционном контакте. При трении происходит выделение свободного хлора, который взаимодействует с поверхностями трущихся деталей. В результате образуются хлориды железа, и происходит химическая модификация поверхностей трения.

Процесс формирования защитных металлических пленок на трущихся поверхностях деталей сопровождается образованием фторуглеродистых полимерных пленок из продуктов разложения хладона-

12, снижающих потери на трение. Медь, восстанавливающаяся на поверхностях трения, служит катализатором реакции полимеризации.

Описанные процессы происходят в холодильном агрегате одновременно, и каждый из них дополняют друг друга.

5.2.Metalloplakiruyushchie nanotekhnologii

Для реализации режима металлоплакирования при работе деталей машин легкой промышленности и бытового назначения в обычных смазочных средах были разработаны теоретические основы и созданы химические компоненты смазочных материалов для реализации в узлах трения режима металлоплакирования, аналогичного процессам, происходящим в компрессорах бытовых холодильников.

В смазочные материалы вводят в малых концентрациях поверхностно-активные маслорастворимые медьсодержащие химические соединения, способные восстанавливаться на трущихся поверхностях деталей [181].

Механизм металлоплакирования при этом может быть следующим.

Наличие в смазочной среде поверхностно-активных веществ способствует диспергированию частиц износа и удержанию их в зоне трения.

Медь восстанавливается на освобожденных от оксидов поверхностях деталей и частицах износа.

Железо переходит в раствор, образуя железные мыла, которые также являются поверхностно-активными веществами и оказывают положительное влияние на повышение антифрикционных характеристик.

На поверхности деталей формируется защитная пленка, состоящая из продуктов износа, продуктов износа с медным покрытием и меди. Образующаяся пленка будет обладать множеством пор, которые

заполняются медьсодержащими и железосодержащими поверхностно-активными веществами.

Присутствие фторорганических поверхностно-активных соединений в смазочном материале обеспечивает образование фтор-углеродистых полимерных пленок в результате процессов трибодеструкции и трибополимеризации на восстановленной меди.

Фторорганические соединения и продукты их деструкции также будут заполнять поры в металлической пленке, улучшая ее антифрикционные характеристики (рис.5.1).

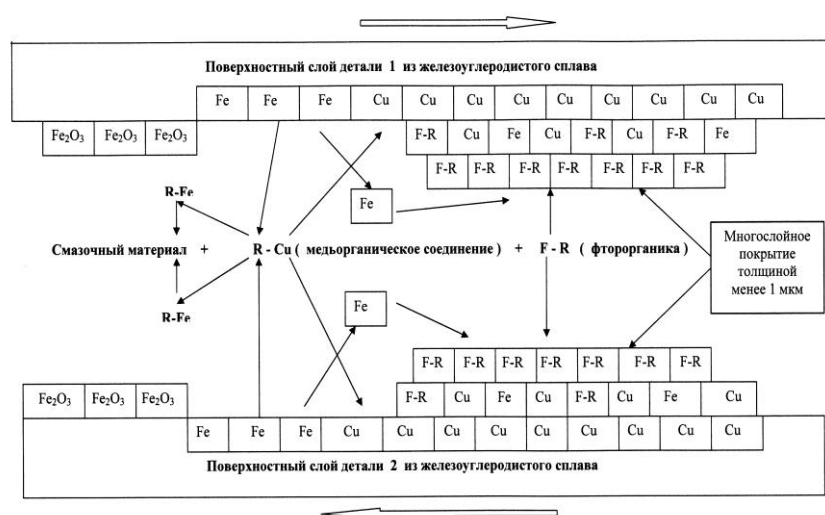


Рис. 5.1. Схема образования защитной пленки в смазочном материале с металлоплакирующей присадкой

Процесс прекращается после формирования защитной пленки на всей трущейся поверхности и возобновится только тогда, когда она разрушится при взаимном перемещении деталей. Затем, на дефектных участках вновь образуется защитная пленка. И так будет происходить постоянно.

В случае разрыва масляных пленок пористые защитные пленки будут выполнять функцию твердосмазочного материала и не допустят повышенного износа деталей. Положительным окажется действие этих

смазочных материалов и при эксплуатации машин во влажных средах: медьсодержащие пленки будут защищать поверхности трения от водородного изнашивания.

Режим металлоплакирования в подобных смазочных средах будет обеспечен не только при трении деталей из железоуглеродистых сплавов, но и из медных сплавов, сплавов алюминия, в различных их сочетаниях, а также в тех случаях, когда одна из деталей изготовлена из неметалла или металла, на котором образование защитной пленки невозможно.

Применение поверхностно-активных металлоплакирующих смазочных сред положительно сказывается и на процесс поверхностно-пластического деформирования режущей кромки инструмента скользящего резания текстильных и кожевенно-обувных материалов при формировании ее непосредственно в процессе резания.

Образуемая при этом на гранях лезвия медьсодержащая пленка будет защищать металл инструмента от наводороживания, сопровождающегося охрупчиванием, разрушением поверхностного слоя и быстрым затуплением режущей кромки [194].

В результате стойкость инструмента повысится, срок службы увеличится.

Введение металлоплакирующих присадок на основе солей меди в парафинирующие составы, применяемые при обработке нитей и пряжи в подготовительном трикотажном производстве, оказывает положительное действие на процесс трения пряжи о металлические направляющие.

Трение нити о направляющую создает условия формирования защитной пленки на металлической поверхности, препятствующей проникновению водорода в поверхностные слои металла, их разрушению и износу. Шероховатость этих поверхностей уменьшается, что положительно сказывается на сохранении первоначальных свойств нити.

Формирование защитной металлсодержащей пленки, улучшающей режим трения и снижающей износ, может быть осуществлено фрикционной обработкой в металлоплакирующей среде.

Инструмент, перемещаясь, удаляет оксидную пленку с обрабатываемой поверхности металла. На поверхности без оксидов происходит восстановление меди, формируется пористое медное покрытие, поры которого заполняются смазочным материалом [185,198].

Для реализации теоретических положений по созданию в узлах трения машин режима металлоплакирования были разработаны присадки на основе солей меди, которые в различном соотношении с органическими компонентами вводились в смазочные материалы .

Проведенные триботехнические испытания показали высокую эффективность подобных присадок при малой концентрации их в смазочных материалах. Так, применение медьсодержащих присадок в концентрации до 0,1 % от массы масла позволяет повысить получить уменьшение интенсивности изнашивания в 3...5 раз, а одновременное введение с ними фторорганических соединений в той же концентрации позволяет снизить коэффициент трения в 2...4 раза и сократить времени приработки деталей в 2,5 раза.

Триботехнические испытания и исследование поверхностей трения деталей, работавших в маслохладоновых смесях и маслах с фторсодержащими присадками, методами электронной спектроскопии полностью подтвердили теоретические положения о возможности формирования на поверхности деталей многослойного медьфторсодержащего покрытия, способного снизить трение и значительно повысить износостойкость материалов в широком диапазоне нагрузок и скоростей [184].

Исследования, проведенные в последние годы, позволили установить, что наиболее эффективная форма борьбы с водородным

износом – это формирование на металлической поверхности с помощью металлоплакирующих нанотехнологий защитного композиционного покрытия, отталкивающего атомарный водород и препятствующего его проникновению в поверхностные слои металла.

Технологии основаны на создании трением на поверхностях деталей самовосстанавливающейся металлсодержащей пленки регулируемой толщины (от нескольких нанометров до одного микрона), обладающей минимальным сопротивлением к сдвигу и неспособной накапливать дислокации [182].

Образование подобной металлической пленки уменьшает трение и защищает основной металл от изнашивания, в том числе и водородного износа (рис. 5.2).

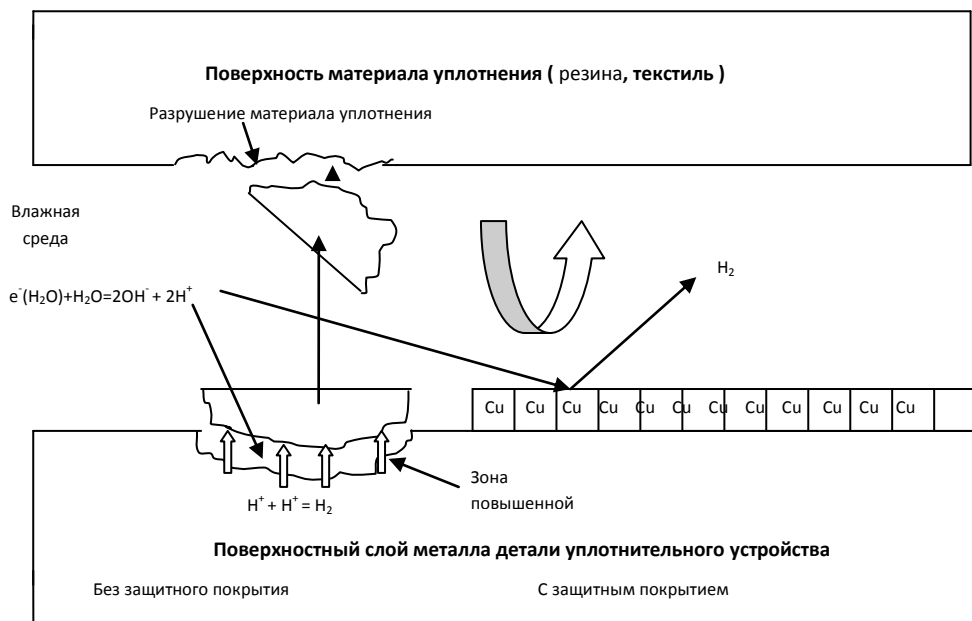


Рис. 5.2. Схема защиты металла плакированием от водородного изнашивания

Формирование защитной антифрикционной пленки может происходить и в результате физико-химических процессов между

металлсодержащей рабочей средой и деталями или инструментом и деталью (рис. 5.3).

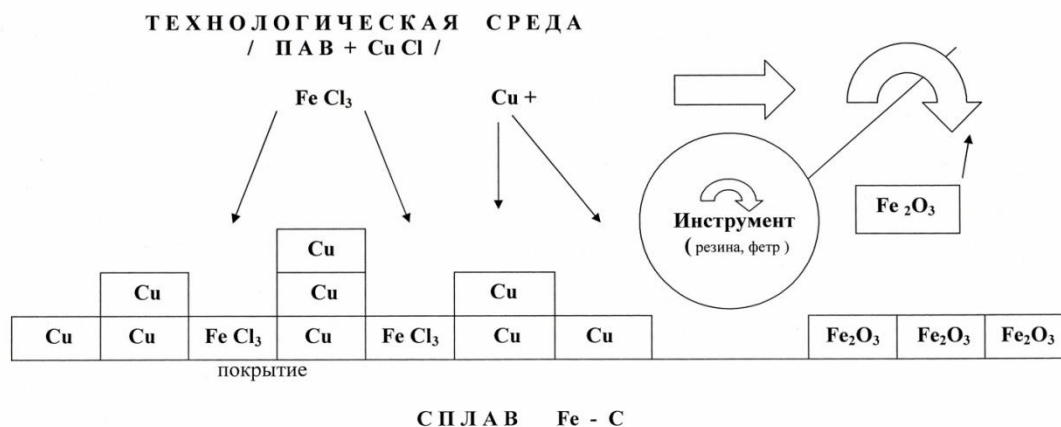


Рис. 5.3. Схема формирования покрытия фрикционным способом

Металл пленки (медь) частично диффундирует в поверхностные слои детали и легирует основной металл, существенно улучшая его триботехнические характеристики и практически устраняет эффект водородного изнашивания. Водород отталкивается от меди, входящей в состав покрытия, не попадает в поверхностные слои деталей и износ элементов уплотнительного устройства уменьшается.

Предлагаемые технологии позволяют осуществить формирование поверхностного слоя с высокими антифрикционными свойствами на всех этапах эксплуатации деталей машин [179]:

- в период подготовки и технического обслуживания путем фрикционной безабразивной обработки (натирием) поверхностей трения в металлсодержащих средах;

- в период обкатки узлов трения в сборе (например, подшипник качения) в металлолакирующих обкаточных средах;

- во время эксплуатации узлов трения при смазывании металлоплакирующими смазочными материалами или обычными смазочными материалами с металлоплакирующими присадками.

Производственные испытания показали, что нанесение фрикционным способом медьсодержащего покрытия на поверхность трения стальной детали при трении с эластомером позволило повысить износостойкость узла не менее чем в два раза.

Роль инструмента в неразборном узле могут выполнить перемещающиеся друг относительно друга детали и процесс нанесения защитного покрытия может быть осуществлен во время обкатки.

На рис. 5.4 показан подшипник качения с предварительно сформированным в результате обкатки защитным покрытием.



Рис. 5.4. Подшипник качения с покрытием

На рис. 5.5 показан микрошлиф поверхностного слоя обработанного подшипника с покрытием толщиной до 1 мкм.

Испытания предварительно обработанных в металлоплакирующей среде подшипников показали их высокую надежность и

работоспособность даже в условиях попадания агрессивной среды в зону трения и вымывания смазочного материала, что очень важно при работе в экстремальных или аварийных ситуациях при полном разрушении уплотнительного устройства подшипника.

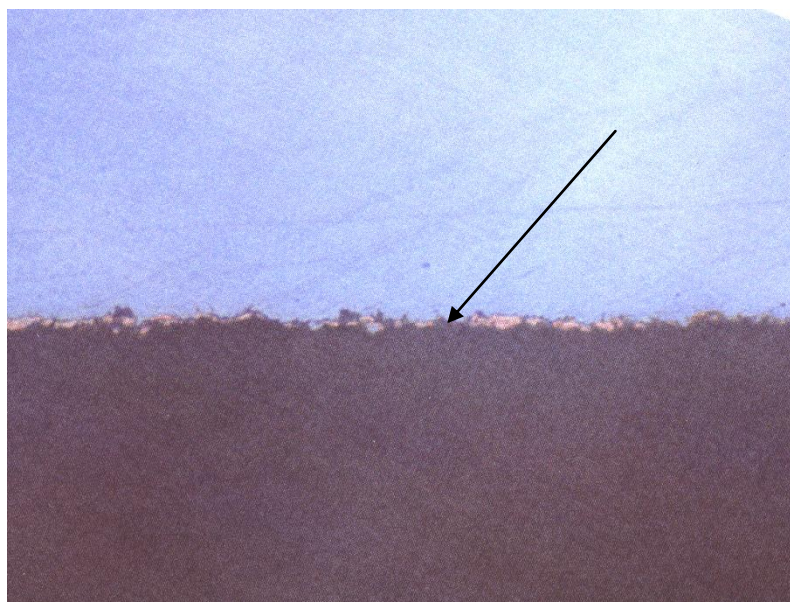


Рис. 5.5. Микрошлиф поверхностного слоя подшипника

Предлагаемые металлоплакирующие нанотехнологии могут быть применены для широкого спектра деталей и узлов трения с любой конфигурацией и различного назначения. Их использование позволит значительно снизить вероятность возникновения аварийной ситуации в результате выхода из строя уплотнительных устройств, повысить надежность трубопроводных и гидравлических систем, экологическую безопасность производств.

Использование предложенных способов, в отличие от ранее известных, позволяет наносить композиционные покрытия при трении инструмента из металла или неметалла за короткое время (до 20 с) при низких удельных нагрузках (до 1 МПа) и увеличить скорость обработки до 5 м/с.

Триботехнические испытания покрытий показали возможность снижения интенсивности изнашивания у трущихся деталей в 2...4 раза, потерь на трение – в 1,9 раз, сокращения времени приработки до 2,5 раз.

Испытания швейного, обувного и трикотажного оборудования, узлы трения которых работали в режиме металлоплакирования, на предприятиях - изготовителях и предприятиях, эксплуатирующих эти машины, показали возможность снижения износа трущихся деталей от 2 до 6 раз, уменьшения потерь на трение до 1,5 раз, сокращения времени приработки в 2 раза.

Для безабразивной обработки режущей кромки лезвийного инструмента были разработаны специальные устройства, обеспечивающие требуемую геометрию кромки с одновременным повышением твердости материала инструмента и нанесением защитного металлического покрытия во время работы (см. рис. 5.6, 5.7) [187,195].

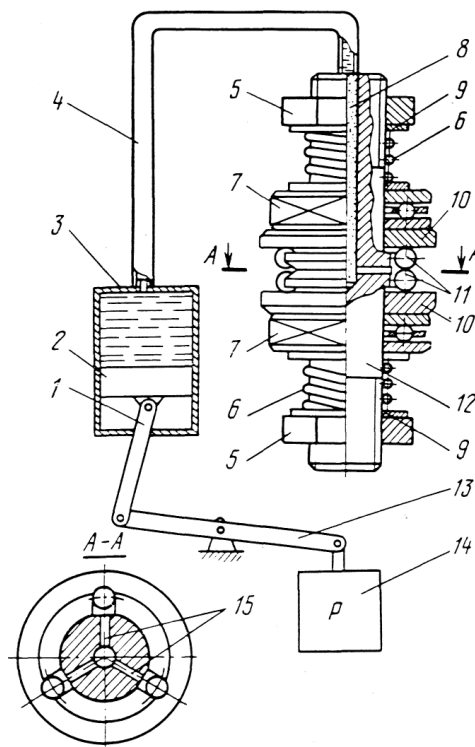


Рис. 5.6. Схема устройства для многоциклового пластического деформирования лезвийного инструмента в металлоплакирующей среде

Установка устройства для формирования режущей кромки ленточного ножа в металлоплакирующей среде на серийную машину для выравнивания толщины кожаной ткани шкур кролика и машину для срезания краев деталей верха обуви, позволила повысить стойкость ножа в 2,5 ...3 раза.

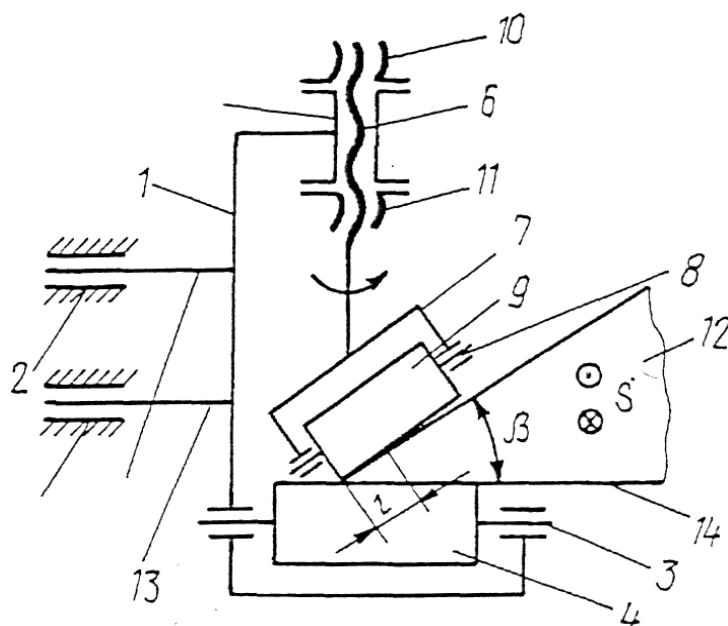


Рис. 5.7. Схема устройства для регулируемого формирования режущей кромки

Установка устройства для формирования режущей кромки ленточного ножа в металлоплакирующей среде на серийную машину для выравнивания толщины кожаной ткани шкур кролика и машину для срезания краев деталей верха обуви, позволила повысить стойкость ножа в 2,5 ...3 раза.

Введение металлоплакирующей присадки в парафинирующий состав при обработке пряжи во время перемотки позволило уменьшить износ направляющих мотальных машин и вязальных машин не менее чем в 2 раза, уменьшить ворсистость нити, снизить запыленность в зоне прохождения нити, уменьшить обрывность нитей.

Внедрение данных технологий не требует существенных материальных затрат и специальной подготовки технического персонала малых предприятий.

Предлагаемые технологии могут быть применены для широкого спектра деталей и узлов трения с любой конфигурацией и различного назначения.

Их использование позволит значительно снизить вероятность возникновения аварийной ситуации в результате выхода из строя уплотнительных устройств, повысить надежность трубопроводных и гидравлических систем, повысить экологическую безопасность производств.

5.3. Рекомендации по повышению износостойкости узлов трения и механизмов металлоплакирующими нанотехнологиями

Металлоплакирующие нанотехнологии подразделяются на эксплуатационные и технологические.

Эксплуатационные нанотехнологии позволяют формировать поверхности трения с высокими противоизносными свойствами в процессе эксплуатации машины.

Технологические нанотехнологии используются во время ремонта или технического обслуживания посредством безабразивной обработки поверхности деталей предварительно разобранной машины.

Примечание. Противоизносные свойства поверхностей возрастают в результате формирования на них в присутствии металлоплакирующих сред тончайшей металлической пленки, защищающей основной металл от интенсивного изнашивания. Металлоплакирование не позволяет восстановить работоспособность деталей механизмов, физический износ

которых достиг предельного значения, но дает возможность продлить сроки службы трущихся деталей.

Выбор методов определяется техническим состоянием оборудования, поставленными задачами и условиями конкретного производства.

Эксплуатационные методы рекомендуется применять для повышения срока службы малоизношенного или нового оборудования и стойкости режущего инструмента.

Технологические методы рекомендуется применять при среднем или капитальном ремонте оборудования, связанном с разборкой и заменой изношенных узлов и деталей.

Эффективность применения технологий тем выше, чем раньше оборудование будет переведено на работу с металлоплакирующими смазочными материалами.

Применение рекомендуемых технологий в период обкатки оборудования позволяет более чем в два раза сократить время приработки и снизить величину прирабочного износа.

Наилучший результат достигается при комплексном применении эксплуатационных и технологических методов, что позволяет добиться увеличения длительности межремонтного цикла в два- пять раз, а в отдельных случаях – десять раз.

Металлоплакирующие технологии особенно эффективны для тяжело нагруженных узлов трения, при ограниченной подаче смазочного материала к трущимся поверхностям и в случаях, когда ускоренный износ приводит к потере эксплуатационных характеристик машин.

Предлагаемые технологии целесообразно применять в:

- зубчатых передачах и червячных парах различных механизмов;
- опорах качения и скольжения валов, шпинделей, транспортеров и других механизмов;

- цепных передачах приводов транспортирующих и других устройств;
- направляющих скольжения станков, прессов и другого технологического оборудования;
- винтовых парах различных механизмов;
- направляющих качения и шарнирно-винтовых парах механизмов;
- узлах трения воздушных компрессоров;
- гидронасосах, гидромоторах, гидроцилиндрах и другой гидравлической аппаратуре;
- топливной аппаратуре;
- узлах трения двигателей внутреннего сгорания;
- уплотнительных устройствах;
- в смазочно-охлаждающих жидкостях.

Повышение износостойкости трущихся деталей во время эксплуатации основано на использовании в узлах трения металлоплакирующих смазочных материалов, обкаточных сред, гидравлических и смазочно-охлаждающих жидкостей, моторных и трансмиссионных масел. При использовании штатных смазочных материалов режим металлоплакирования может быть реализован введением в смазочный материал маслорастворимой металлосодержащей присадки.

Образующаяся на рабочих поверхностях и самовосстанавливающаяся в процессе трения металлосодержащая пленка толщиной до 1 мкм снижает интенсивность изнашивания, практически исключает возможность задиров в узлах трения и наростообразования на режущих кромках инструмента.

В качестве металлоплакирующей присадки могут быть использованы маслорастворимые медьорганические соединения на основе жирных кислот, представляющие собой однородную жидкость темно-зеленого

цвета, не коррозионную по отношению к металлам, практически не токсичную, не обладающую сенсibiliзирующим действием и кожно-резорбтивными свойствами, по степени воздействия на человеческий организм относящиеся к малотоксичным продуктам четвертого класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76.

В смазочные материалы и среды присадки необходимо вводить в концентрациях:

- жидкие смазочные материалы – 0,03-0,05 % мас.
- пластичные смазочные материалы – 0,07- 0,1 % мас.
- обкаточные среды – 1,00-1,5 % мас.
- рабочие жидкости гидроагрегатов – 0,01-0,03 % мас.
- смазочно-охлаждающие жидкости – 0,2 - 1% мас.
- топливную смесь – 0,001-0,002 % мас.

Введение присадки в рабочие среды производится следующим образом:

- в жидкие смазочные материалы или рабочие жидкости ввести соответствующее количество концентрата и тщательно перемешать до полного растворения;

- при использовании водоземulsionных смазочно-охлаждающих жидкостей присадка вводится в предварительно подогретый до 40-60 °С эмульсол, из которого готовится эмульсия;

- в пластичные смазочные материалы необходимо добавить соответствующее количество присадки и тщательно перемешать, используя механические приспособления или протирая массу 2-3 раза сквозь мелкоячеистую сетку (ячейка размером до 0,2 мм).

Смазывание машин и оборудования металлоплакирующими смазочными материалами и эксплуатация гидроагрегатов осуществляется в соответствии с инструкциями по эксплуатации данной техники.

Обкатку машин и отдельных узлов трения в металлоплакирующих обкаточных средах следует производить в соответствии с указаниями заводов – изготовителей, а при их отсутствии – в режиме холостого хода.

Время обкатки при этом снижается в 2-5 раз, после чего обкаточная среда заменяется на смазочный материал с оптимальной концентрацией присадки, и машина может эксплуатироваться в рабочем режиме.

Технологические методы повышения износостойкости деталей машин основаны на проведении безабразивной обработки посредством фрикционного воздействия на поверхности трения специальным инструментом в присутствии металлоплакирующей технологической среды. Образующаяся при этом металлическая пленка толщиной до 5 мкм защищает поверхности от задиров и интенсивного изнашивания в начальный период эксплуатации машины или при ее обкатке.

Качественное и износостойкое покрытие может быть получено при фрикционном латунировании (меднении) жестким инструментом из латуни или меди в присутствии поверхностно-активной среды.

Данный метод рекомендуется применять преимущественно для деталей тяжело нагруженных узлов трения, изготовленных из качественных конструкционных сталей и высокопрочных чугунов.

К недостаткам этого способа можно отнести необходимость создания значительных усилий поджатия инструмента к поверхности детали для нанесения покрытия ($10-12 \text{ кг/мм}^2$) и небольшую скорость обработки (до 0,5 м/с).

В качестве среды рекомендуется использовать глицерин или смесь глицерина с соляной кислотой (кислоты – от 4 до 10 %) для обработки легированных сталей.

Более универсальная и технологичная финишная безабразивная обработка поверхности детали в металлоплакирующих средах [191]. В этом случае наряду с жестким инструментом (прутком, щеткой) может

быть применен эластичный инструмент (фетр, резина и т.п.), что позволяет обрабатывать поверхности сложной формы и обеспечивать создание однородного плакирующего слоя. Усилие поджатия инструмента при этом снижается до $5 - 10 \text{ кг/см}^2$, и обработку можно вести при повышенных скоростях – до 5 м/с .

В качестве технологических сред можно применять следующие составы на основе галогенидов металлов переходной валентности, например, меди.

Последовательность подготовки поверхностей и нанесения антифрикционного покрытия следующая:

- обрабатываемую поверхность, очищенную от ржавчины и механических загрязнений, обезжирить органическим растворителем (бензином, ацетоном, трихлорэтиленом и т.п.) или химическим способом (ГОСТ 9.047-75);

- установить деталь и инструмент в соответствующем оборудовании или приспособлении;

- обработать поверхность в соответствии с режимами, рекомендованными для конкретного способа, обеспечив подачу технологической среды в зону обработки из расчета $5 - 20 \text{ г}$ на 1 дм^2 обрабатываемой поверхности;

- обработку вести до появления видимой пленки плакирующего металла;

- промыть водой, затем ацетоном, просушить, при необходимости нанести консервационный смазочный материал.

Фрикционной безабразивной обработке могут быть подвергнуты детали непосредственно в собранном механизме или узле (подшипник качения, редуктор, коробка скоростей и т.п.). В этом случае роль инструмента выполняют сами детали при фрикционном взаимодействии [190,192,193].

Узел трения или механизм промывается органическим растворителем и после сушки в него закладывается металлоплакирующая технологическая среда.

Детали узла приводятся в движение и после 100 – 1000 циклов на поверхностях образуется металлическая пленка толщиной 1 – 5 мкм [186,189].

После чего узел промывается водой, ацетоном и бензином, сушится и смазывается.

Металлоплакирующие нанотехнологии повышения износостойкости деталей машин и механизмов позволяют значительно повысить срок службы узлов трения. Производственная апробация показала, что для их использования не требуется специальная конструкторская и технологическая подготовка производства и существенных материальных затрат.

Вышеизложенное описание технологий применимо к типовым узлам трения. В каждом конкретном случае необходима их корректировка с учетом материала и конфигурации деталей, условий работы узлов трения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты и выводы по работе сводятся к следующему:

1. Выполненный обзор и анализ конструкций и исследований систем смазки механизмов вязания вязальных машин позволил установить следующее:

- смазка оказывает существенное влияние на работоспособность механизма вязания вязальной машины;

- совершенствование системы смазки механизма вязания является актуальной проблемой, требующей своего решения;

- все известные виды современных вязальных машин оснащены устройствами смазки, при этом предпочтение отдается централизованной системе смазки механизма вязания;

- наиболее перспективным видом смазки механизмов вязания является смазка под давлением с образованием масляного тумана (аэрозольная смазка);

- большое внимание уделяется разработке специальных устройств (лубрикаторов), предназначенных для смазки механизмов вязания кругловязальных машин;

- отмечено, что использование автоматической смазки механизма вязания с помощью лубрикатора обеспечивает повышение производительности вязальной машины и качества выработываемого трикотажного полотна;

- установлено, что в процессе работы кругловязальной машины температура игольного цилиндра колеблется в пределах от 40 до 55⁰ С;

- температура механизма вязания оказывает существенное влияние на вязкость масла и на эффективность работы механизма вязания;

- отмечается, что для повышения эффективности работы механизма вязания за счет увеличения долговечности игл и клиньев необходимо совершенствовать систему смазки пар трения игла-штеги и игла-клин;

- еще недостаточно изучено влияние смазки на долговечность клиньев вязальных систем, на отказы игл и на величину мощности, потребляемую механизмом вязания;

- не изучено влияние температуры масла механизма вязания вязальной машины на отказы игл;

- практически не изучено влияние конструкции рабочих органов механизма вязания (игл, штег, клиньев) на эффективность смазки.

2. Разработана методика аналитического определения влияния смазки на динамические нагрузки в вязальном механизме. Установлено что смазка оказывает существенное влияние на динамические нагрузки в механизме вязания кругловязальной машины. При этом с ухудшением условий смазки сила удара иглы о клин увеличивается. При изменении коэффициента трения в парах трения игла-штеги, игла-клинья от 0,05 до 0,16 максимальная сила удара иглы о клин увеличивается в 1,67 раза. Дальнейшее увеличение коэффициента трения от 0,16 до 0,21 приводит к резкому увеличению силы удара иглы о клин (в 2,84 раза).

3. Наиболее эффективным режимом смазки для механизма вязания кругловязальных машин типа КО является такой режим, при котором коэффициент трения пар игла-штеги и игла-клинья не превышает 0,1. Величина силы удара иглы о клин при этом не превышает 54,7 Н.

4. Разработана методика определения влияния смазки на долговечность клиньев вязальных систем однофонтурной кругловязальной машины. Установлено, что смазка оказывает заметное влияние на износ рабочих поверхностей клиньев, а, следовательно, и на их долговечность.

Наиболее благоприятным для долговечности клиньев режимом смазки механизма вязания кругловязальных машин типа КО является такой режим, который обеспечивает поддержание коэффициента трения пар игла-штеги и игла-клинья в пределах 0,08...0,1 на протяжении всего периода эксплуатации машины. При этом долговечность кулирных

клиньев машины К0-2, как наиболее нагруженных, колеблется в пределах от $209 \cdot 10^3$ до $77 \cdot 10^3$ ч. При существующих условиях смазки механизма вязания машин типа К0 долговечность кулирного клина не превышает $9 \cdot 10^3$ ч.

5. Разработана методика определения влияния смазки на мощность потребляемую механизмом вязания кругловязальной машины. Замечено, что:

- смазка оказывает существенное влияние на мощность, потребляемую механизмом вязания кругловязальной машины, и с этим необходимо считаться при разработке систем смазки механизмов вязания современных кругловязальных машин;

- с ухудшение условий смазки (увеличение коэффициента трения) потребляемая механизмом вязания кругловязальной машины мощность увеличивается;

- установлено, что для однофонтурных кругловязальных машин в качестве коэффициента влияния смазки на мощность, потребляемую механизмом вязания, при инженерных расчетах можно принимать ориентировочно $K_p = 1,85$ (например, при увеличении, угла трения в 2 раза потребляемая механизмом вязания мощность увеличивается в 3,7 раза).

6. В результате выполненных исследований разработана методика и проведены экспериментальные исследования влияния вязкости масла на число отказов игл кругловязальной машины.

Анализ показывает, что в первый час работы кругловязальной машины типа К0, когда температура игольного цилиндра еще не достигла установившейся температуры, интенсивность отказа игл примерно в 3,6 раза выше интенсивности отказа игл в последующие часы работы машины.

7. С целью снижения влияния вязкости масла на интенсивное отказа игл в период неустановившегося температурного режима механизма

вязания необходимо перед пуском машины в начале рабочей смены предварительно нагревать механизм вязания примерно до 60°C.

8. Разработана методика и проведены экспериментальные исследования влияния смазки на динамические нагрузки в механизме вязания кругловязальной машины.

Установлено, что наличие смазки способствует значительному снижению динамических нагрузок, обусловленных ударом игл о клинья. При использовании масла Трикол ТУ-38-УССР 2-01-325-79 при линейной скорости игольного цилиндра 0,9 м/с динамические нагрузки снижаются примерно в 1,5 раза.

9. С увеличением линейной скорости игольного цилиндра вязальных машин наблюдается уменьшение коэффициента эффективности смазки, что можно объяснить процессом разрушения масляной пленки, обусловленным увеличением контактных напряжений в парах трения игла-штеги и игла-клинья.

10. Разработана методика и проведены экспериментальные исследования влияния конструкции рабочих органов механизма вязания кругловязальной машины на эффективность смазки.

В результате выполненных исследований установлено следующее:

- при работе пар трения игла-штеги и игла-клинья без смазки долговечность игл в среднем в 1,44 раза ниже, чем при работе со смазкой;

- модернизация клиньев, заключающаяся в изготовлении на их рабочих поверхностях продольных канавок для смазки со свободным выходом на края не оказывает заметного влияния на повышение эффективности смазки (долговечность игл увеличивается примерно в 1,1 раза);

- модернизация штег, заключающаяся в нанесении на их рабочих поверхностях системы канавок для смазки, способствует существенному

повышению эффективности смазки (долговечность игл повышается более чем в 1,4 раза);

- комплексное использование клиньев с продольной канавкой и штег с системой канавок для смазки способствует повышению долговечности игл в 1,5 раза.

11. Разработана принципиально новая конструкция штеги игольного цилиндра механизма вязания однофонтурной кругловязальной машины. Определены рациональные параметры системы канавок на рабочих поверхностях штеги для смазки, обеспечивающие высокую эффективность смазки пары трения иглы-штеги.

12. Разработаны конструкции принципиально новых решений язычковых игл, обеспечивающих более высокую эффективность смазки механизма вязания кругловязальной машины:

- язычковая игла с пяткой-вставкой;
- язычковая игла с системой канавок для смазки.

13. Определены рациональные параметры предложенных конструкций язычковых игл с повышенной эффективностью смазки, способствующих значительному (в 3,7 раза) снижению динамических нагрузок в зоне удара игл о клинья.

14. Разработаны принципиально новые конструкции клиньев вязальных машин и определены рациональные параметры системы смазки их рабочих поверхностей.

15. Разработана принципиально новая конструкция кругловязальной машины, способствующая повышению эффективности смазки механизма вязания путем предварительного его нагрева до заданной температуры и последующего поддержания в процессе работы стабильности температуры механизма вязания, обеспечивающего постоянство вязкости масла в системе смазки пар трения игла-штеги и игла-клинья.

16. Выполнен анализ возможности повышения эффективности смазки узлов и механизмов машин легкой промышленности, в том числе и вязальных, путем использования металлоплакирующих нанотехнологий.

17. Установлена целесообразность использования металлоплакирующих нанотехнологий для повышения срока службы и улучшения эксплуатационных характеристик оборудования легкой промышленности.

18. Разработаны рекомендации по повышению износостойкости узлов трения и механизмов оборудования легкой промышленности металлоплакирующими нанотехнологиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1296643 СССР, Д04В 35/28. Устройство для смазки игольниц и блоков замков вязальной машины. Заявлено 15.11.84, опубликовано в БИ № 10, 1987.
2. А.с. 1305406 СССР, Д04В 35/28. Устройство для подачи масла к средствам смазки. Заявлено 16.08.85, опубликовано в БИ № 15, 1987.
3. А.с. 861430 СССР, Д04В 35/28. Устройство для смазки игольницы вязальной машины. Заявлено 26.04.79, опубликовано в БИ № 33, 1981.
4. А. с. 1161783 СССР, Д04В 35/28. Нагнетающее устройство. Заявлено 25.07.83, опубликовано в БИ № 22, 1985.
5. А.с. 170564 ЧССР, Д04В 35/28. Смазочное устройство для вязальных машин. Заявлено 14.01.75, опубликовано 15.12.77.
6. А.с. 171499 ЧССР, Д04В 35/28. Устройство для дозирования масла. Заявлено 22.05.74, опубликовано 15.02.78.
7. А.с. 204598 ЧССР, Д04В 35/28. Смазочное устройство кругловязальной машины. Заявлено 19.03.79, опубликовано 31.07.80.
8. А.с. 234912 ЧССР, Д04В 35/28. Устройство для смазки круглочулочного автомата. Заявлено 27.07.83, опубликовано 15.01.87.
9. Боуден Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка. Пер. с англ. М., Машиностроение, 1968, 543 с.
10. Волощенко В.П., Пипа Б.Ф., Шипуков С.Т. Эксплуатационная надежность машин трикотажного производства. Киев, Техника, 1977, 136 с.
11. Гайдамака В.К. Повышение долговечности язычковых игл вязальных машин. Канд. дис. К., КТИЛП, 1983, 272 с.
12. Гарбарук В.Н. Проектирование трикотажных машин. Л., Машиностроение, 1982, 472 с.
13. Гусев В.Г. Индуктивные магнитомодуляционные преобразователи. М.,

Советское радио, 1979.

14. Заявка 1207451 Японии, Д04В 35/28. Лубрикатор кругловязальной машины. Заявлено 16.02.88, опубликовано 21.08.89.
15. Заявка 1207452 Японии, Д04В 35/28. Система смазки. Заявлено 16.02.88, опубликовано 21.08.89.
16. Заявка 2936374 ФРГ, Д04В 35/28. Механизм централизованной смазки. Заявлено 08.09.79, опубликовано 19.03.81.
17. Заявка 3609440 ФРГ, Д04В 35/28. Устройство для чистки и смазки игл. Заявлено 20.03.86, опубликовано 01.10.87.
18. Заявка 4021557 ФРГ, Д04В 35/28. Смазочное устройство для трикотажных машин. Заявлено 06.07.90, опубликовано 09.01.92.
19. Заявка 4024101 ФРГ, Д04В 35/28. Смазочное устройство. Заявлено 30.07.90, опубликовано 06.02.92.
20. Заявка 4039184 ФРГ, Д04В 35/28. Система смазки. Заявлено 05.12.90, опубликовано 11.06.92.
21. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин. М., Машиностроение, 1984, 280 с.
22. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. М., Наука, 1970, 104 с.
23. Коган Л.П., Кесслер Ю.В. Однофонтурные кругловязальные машины. М., Легкая индустрия, 1968, 108 с.
24. Коритыцкий Я.И. Колебания в текстильных машинах. М., Машиностроение, 1973, 320 с.
25. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. Киев, Техника, 1970, 395 с.
26. Крагельский И.В. Трение и износ. М., Машиностроение, 1968, 479 с.
27. Крагельский И.В., Виноградова И.Э. Коэффициенты трения. М., Машгиз, 1962, 420 с.
28. Крагельский И.В., Непомнящий Е.Ф. Об усталостном механизме

- износа при упругом контакте. М., Изд-во Ж СССР, ж. Механика и математика, 1963, № 5.
29. Крассий и др. Справочник трикотажника. К., ТехнГка, 1975, 320 с.
 30. Летков Н.Л. и др. Устройство автоматической смазки игольниц кругловязальных машин с программным управлением. Текстильная пром-сть, 1987, № 8, с.66, 67.
 31. Летков Н.Л. О выборе смазки для игольного цилиндра круглочулочных автоматов. Текстильная пром-сть, 1982, № 10, с.74, 75.
 32. Летков Н.Л., Курятникова И.Д. Дозирующие устройства для подачи масла к игольному цилиндру вязальных машин. Текстильная пром-сть, 1984, № 3, с.71, 72.
 33. Малков М.А., Полухин В.П. Расчет, износа клиньев трикотажных машин. М., ВНИИЛтекмаш, Научно-исследовательские труды, 1969, № 15, с. 13...22.
 34. Матвеевский Р.М. Температурная стойкость граничных смазочных слоев и твердых смазочных покрытий при трении металлов и сплавов. М., 1971, 277 с.
 35. Машины кругловязальные однофонтурные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Черновцы, 1992, 87 с.
 36. Миронов И. Смазка петлеобразующих систем кругловязальных машин. Текстилна Пром-ст /Болгария/, 1979, № 8, с. 354..357.
 37. Навасардян Г.С., Исаев В.В., Франц В.Я. Смазка швейных машин. М., Легкая индустрия, 1976, 88 с.
 38. Панченко У.Д., Ведмедь М.П. Температурный режим системы смазывания и его регулирование. К., изд-во УАСХН, 1961.
 39. Пат. 120263 ГДР, Д04В 35/28. Лубрикатор. Заявлено 08.05.75, опубликовано 05.06.76.
 40. Пат. 1407595 Великобритании, Д04В 35/28. Устройство для аэрозольной смазки трикотажных машин. Заявлено 28.10.72,

опубликовано 24.09.75.

41. Пат. 3977217 США, Д04В 15/04. Трикотажная игла. Заявлено 01.06.71, опубликовано 31.08.76.
42. Пат. 4353435 США, Д04В 35/28. Устройство для смазки трикотажных машин. Заявлено 16.06.80, опубликовано 12.10.82.
43. Пат. 61558 СРР, Д04В 35/28. Смазочное устройство. Заявлено 04.05.71, опубликовано 15.11.76.
44. Пат. 83024 СРР, Д04В 35/28. Смазочное устройство. Заявлено 26.10.79, опубликовано 30.05.84.
45. Петров О.В., Пипа Б.Ф. Влияние эффективности смазки на работу механизма вязания кругловязальной машины. К., КТИЛП, 1993, 12 с. Деп. в ГНТБ Украины.
46. Пипа Б.Ф. и др. Исследование по повышению скоростного режима кругловязальных машин типа КО. Отчет по НИР № 766, гос. ре № 81032412, К., КТИЛП, 1981, 265 с.
47. Пипа Б.Ф. и др. Исследование по разработке оптимальных параметров клиньев кругловязальных машин типа МС с целью повышения надежности их работы и увеличения производительности машин. Отчет по НИР № 533, гос.рег. № 75061252, К., КТИЛП, 1977, 183 с.
48. Пипа Б.Ф. и др. Повышение надежности трикотажного оборудования. Киев, ТехнГка, 1988, 111 с.
49. Пипа Б.Ф. Исследование работы приводов кругловязальных машин. Канд. дис. К., КТИЛП, 1969, 206 с.
50. Пипа Б.Ф. Методика расчета потребной мощности электродвигателя привода однофонтурной кругловязальной машины. Легка промисловість, 1970, № 5, с.17...19.
51. Пипа Б.Ф., Гайдайчук И.П. Прибор для исследования долговечности пяток игл кругловязальных машин. Известия вузов. Технология легкой промышленности, 1974, № 5, с. 149...152.

52. Пипа Б.Ф., Зазанская С.П. Влияние режима работы кругловязальной машины типа КО игл. К., КТИЛП, 1986, 8 с. Деп. в ЦНИИТЭИ 14.02.86, й 599 мл-86.
53. Пипа Б.Ф., Зазанская С.П., Гайдамака В.К. Влияние смазочных материалов на динамические нагрузки в механизме вязания однофонтурной кругловязальной машины типа КО. К., КТИЖ1, 1985, 10 с. Деп. в ЦНИИТЗИлегпищемаш 12.08.85, № 552 мл-85.
54. Писаренко Г.С. и др. Сопротивление материалов. К., Вища школа, 1979, 694 с.
55. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. К., Наукова думка, 1975, 704 с.
56. Присяжнюк П.А. Исследования по повышению долговечности клиньев кругловязальных машин. Канд. дис. К., КТИЛП, 1981, 254 с.
57. Розенберг Ю.А., Виноградова И.Э. Смазка механизмов машин, М., Гостехиздат, 1960, 340 с.
58. Ротенберг З.Л., Максимова Г.И. Смазка импортных кругловязальных машин. Текстильная пром-сть, 1991, № 10, с.49, 50.
59. Румшиский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М., Наука, 1971, 192 с.
60. Справочник по применению и нормам расхода смазочных материалов. В 2-х кн. Кн. 2. Под ред. Е.А.-Аминова. М., Химия, 1969, 944 с.
61. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. М., Легкая индустрия, 1974, 264 с.
62. Трение, изнашивание и смазка. Справочник. В 2-х кн. Кн. 1. Под ред. И.В. Крагельского и В.В. Алисина. М., Машиностроение 1978, 400с.
63. Францев В.Н. и др. Повышение срока службы деталей трикотажных машин применением металлоплакирующего смазочного материала. М., Повышение срока службы машин и оборудования бытового обслуживания на основе триботехники, 1989, с. 14...28.

64. Францев В.Н. Повышение срока службы деталей трикотажных машин реализацией избирательного переноса в узлах трения. Автореферат. Дис. канд. техн. наук. М., 1987, 24 с.
65. Францев В.Н., Теселкин В.П. Применение металлоплакирующего смазочного материала для узлов трения трикотажных машин. М., Надежность и контроль качества, 1989, № 7, с. 52...55.
66. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. М., Легпромбытиздат, 1990, 209 с.
67. A propos du materiel de tricotage / Int. Text., 1979, N 1094, с.1003-1004.
68. Abbas M.S. IKAЕ 82 / Text. Asia, 1983, N 1, с.39-42.
69. AchtschloB-Hochleistungs-Rundstrickmaschine, Model 13P 172 / Wirckerei - und Strickereitechn., 1979, N 8, с.486.
70. Aisaka Naboru / Sen-i gakkaiishi, 1., Soc. Fiber Sci. and Technol Jap., 1982, N 3, с.17-20.
71. Angele Michael. Schmierung von textilmaschinen unter besonderer Berucksichtigung der tribologischen Probleme an Rundundstrickmaschinen / Meliand. Textilber., 1992, N 3, с.243-245.
72. Automatische Olvorrichtung fur Eundstrickmaschinen / Int. Text Bull. Flachenherstell., 1983, N 3, с.97-98.
73. Behr Hellmuth. Arbeitszeitverkurzende und qualitatsfordende Aggregate fur die Strickerei / Melliand Textilber., 1984, N 9, с.604-605.
74. Bentley Variknit. Meeting new needs for flexibility and versatility / Knitt. Int., 1982, N 1062, с.94-95.
75. Bottger Siegfried. Rundstrickmaschine, insbesondere Grosrundstrickmaschine mit einer der Fontur angepassten imgformigen Abblaseinrichtung. VEB Kombinat Textima/ Пат. 226921, ГДР, опубликовано 04.09.85.
76. Broad range of instruments, de vices among highlights of exposition / Knitting Times, 1977, N 26, с.24-29.

77. Broitman Marvin L. Mist without fog / Text. Asia, 1981, N 4, c.161-162.
78. Broitman Marvin L. New lubrication, production monitoring developments / Knitt. Times, 1976, N 52, c.28-29.
79. Broitman Marvin L. Solution to stray oil fog pollution / Knitt., 1981, N 1045, c.108.
80. Broitman Marvin, Abrams Iared. Verringerte Strenung bei Spruhnebelschmierung und richtige Schmirung von Strickmaschinen / Wirkerei - und Strickerei- Techn., 1981, N 10, c.936-937.
81. Buhler G. Knitted fabric production-easy-on-the-yarn Knitting, consolidation and technical solution refinement / In Text. Bull, Fabr. Form., 1991, N 4, c.63-65. [129]
82. Buhler G., Conser W. Optimirung der Schmierung von Hochleistungs-Eundstrickmaschinen / Wirkerei - und Strickerei- Techn., 1986, N 10, c.1082-1086.
83. Buhler G., Conser W. Schmiereinrichtungen fur Rundstrickmaschinen / Wirkerei - und Strickerei- Techn., 1987, N 2, c.132-136.
84. Buhler G., Gonser W. Einflusse der Schmiermittelviskositat auf den Nadelbruck und Rundstrickmaschinen / Wirkerei - und Strickerei- Techn., 1987, N 4, c.360-362.
85. Buhler G., Gonser W., Egbers G. Untersuchung der SchmierfilmBelastungsfahigkeit unterschiedlicher Schmiermittel, ins besondere Nadelschmiermittel / Wirkerei- und Strickerei- Technik, 1987, N 6, c.588-594.
86. Crossrundstrickmaschine zur Herstellung von abgepassten Stucklangen / Int. Text.-Bull. Strickerei / Wirckerei-/ Konfekt, 1977, N 1, c.21.
87. Darlington K.D. Finer ent models, higher speeds dominate circular equipment shown / Knitt. Times, 1975, N 47, c.43-46.
88. Der Memminger - Iro Druckoler Pulsonic 2 / Mittex., 1989, N 12, c.461.
89. Doff controlled automatic flusher / Can. Text. 1., 1981, N 8, c.58.

90. Donner policy of service / Knit. Int., 1989, N 1143, c.57-59.
91. Doppeljersey-Grossrundstrickmaschine mit elektronisch gestenrten Nadelauswahl / Int. Text.-Bull. Strickerei / Wirckerei / Konfekt, 1976, N 3, c.127-128.
92. Effective lubrication of circular Knitting machines / Int. Text. Bull. Fabr. Form., 1992, N 2, c.73-74.
93. Effektives Schmlermittel fur Reibstelln / Textilbetried, 1978, N 12. [108]
94. Elektronisch gestenerte RR - Grossrundstrickmaschine / Int. Tex.-Bull. Strick / Wirk / Strick / Konfekt., 1982, N 2, c.79.
95. Elements and knitting accessory equipment / Knitt. Int., 1983, N 1077, c.109-113.
96. Equipements auxiliaires pour le trigotoge trame / Filiere maille, 1985, N 20, c.365-372.
97. Erhöhung der Maschineneffektivitat und Verbesserung, der Warenqnalitat durch Zusatzeinrichtungen an Rundstrickmaschinen / Wirkerei- und Strickerei- Techn., 1985, N 9, c.841-845.
98. Goadby Dennis R. Single Jersey Loop Pile Knitted fabrics and their applications / Knitt. Int., 1978, N 1015, c.51-52.
99. Goadly Denni R. Now the wariatex open width circulars goes electronic / Knitt. Int., 1983, N 1073, 36-37.
100. Goodman Phillip L. The impact of lubrication oils on quality knit production / Knitt. Times, 1983, N 19, c.79-81.
101. Hi-tech tubes by Amber Light / Knit. Int., 1989, N 1143, c.55.
102. Hnileur sons pression pour metiers circulares / Ind. Text., N 1185, c.147.
103. Hochdruck-Schmireinrichtuiig fur Strickmaschinen mit integrier Kuhlung des Nadelzylinders / Text.-Prax. Int., 1985, N 3, c.241-242.
104. Hochflor-Grossrundstrickmaschine mit hoher Leistung / Int. Text.-Bull. Strick / Wirk / Strick / Konfekt., 1982, N 3, c.117-118.
105. Hochleistungs-Grossrundstrickmaschine mit universellem Einsatzbereich /

- Int. Text.-Bull. Striekerei / Striekerei / Konfekt, 1979, N 2, c.72-77.
106. Hochleistungs-Rundstrickmaschine für glatte Ware / Int. Text.-Bull. Striekerei / Wirkerei / Konfekt, 1975, N 4, c.227.
107. Hochleistungs-Rundstrickmaschine Lebocey, Typ TRILOK / Wirkerei - und Strickereitechnik, 1977, N 11, c.561.
108. Hochsystemige Interlock-Grossrundstrickmaschine / Int. Text. / Bull. Striekerei / Wirkerei / Konfekt., 1977, N 3, c.118.
109. Hochsystemige Svinglajersey-Grossrundstrickmaschine / Int. Text.-Bull. Striekerei / Wirkerei / Konfekt, 1975, N 3, c.156.
110. Hosiery Equipment Ltd. / BTMA (Brit. Text. Mach. Assoc.) Dir., 1989, c.113.
111. Hosiery Equipment, Leicester / Knitt. Int., 1982, N 1067, c.58-61.
112. Improvement in mist oil lubrication for circular knitting machines / Text. World, 1986, N 4, c.91-92.
113. Inmberca's new single-face terry machine / Knitt. Int., 1979, N 1024, c.56.
[40]
114. Innes Ralph. Spanish multi-feed single jersey circulars make their debut / Knitt. Int., 1983, N 1074, c.8.
115. Innes Ralph. West german multifeed circular machines on show / Knittint., 1982, N 1067, c.90.
116. ITMA 83 Preview Ancillary units / Knitt Times, 1983, N 29, c.90.
117. ITMA 83: metirs cirnlares / Ind. text, 1983, N 1136-1137, c.23-24, 28-30.
118. Kleinrundstrickmaschine zur Herstellung von Mutzen / Int. Text.-Bull. Striekerei / Wirckerei / Konfekt, 1977, N 4, c.157.
119. Kliment Lubomir. Pletaci stroje VEB Textima / Int. prehl. VU pletar, 1983, N 5-6, c.55, 56.
120. Knitting machine lubricants / Text Chem and Color, 1991, N 1, c.56.
121. Knitting machine lubricants / Text. chem. and Color, 1990, N 11, c.34.
122. Knitting quality plush - and saving money / Knitt. Int., 1980, N 1044, c.74-

75.

123. La bondette simple jersey. Une nouvelle serie de metiers a tricoter circulaires / Monit. maille, 1979, N 1156, c.43-46.
124. Large diameter circular knitting machine with two selection possibilities in cylinder and dial / Int. Text. Bull. Fabr. Form., 1989, N 2, c.83-84.
125. Le renouveau de Vanquard Supreme / Monit maille, 1981, N 1170-1171, 43-44.
126. Les metiers «Coyanit» et «Bobcross» des Etablissements CYLSA / Monit. maille, 1978, N 1146-1147, c.463-468.
127. Les metiers circulaires pour sons / vetements-nouveaux developpements / Ind. text., 1979, N 1086, c.133-137.
128. Lombardi Victor J. Les tricost lonclette double face. Un nouveau produit sur le marche / Monit maille, 1979, N 1155, c.371-577.
129. Love Ted. Knitters junge the Variknit / Text Horiz, 1983, N 1, c.44-45.
130. Lubrifiants pour machine de tricotage et de confection / Ind Text., 1988, N 1188, c.504.
131. Maschinengerechtes olen und flusenfreic garnverarbeitung. Ein durchdachtes System fur den Sundstricker./ Textilbetrieb, 1983, N 5, c.31-32.
132. Memminger Gmb H - bedeutende Spezialistin fur Rundstrickmaschinen - Zusatzgerate und - agregate / Wirckerei - und Strickei Techn., 1983, N 9, c.905-907.
133. Metier simple-fonture type 4S124 / Ind. Text, 1983, N 1131, c.24.
134. Millington John T. New interlock knitting machine fram Bentley / Indian Text. J., 1979, N 7, c.97-99.
135. Moorgates wire knitter / Knit. Int., 1989, N 1147, c.75.
136. Multisingle plain jersey circular knitting machine / Mon. Techn. Rev., 1980, N 4, c.79.
137. Neue Rechts / Rechts - Jacquard - GroBrund - Strickmaschine mit 72

- Systemen / Melliand Textilleer. Int, 1976, N 3, c.227.
138. Neuentwickelte R/R - Grossrundstrickmaschine / Int. Text. Bull. Flächenherstell, 1983, N 3, c.101-102.
139. New fine gauge body-length RTR underwear machine / Knitt. Int., 1979, N 1025, c.110.
140. New pressure oiler for circular knitting machines / Int. Text Bull. Fabr. Form., 1988, N 1, c.79-80.
141. New range of small diameter circular units introduced / Knitt Times, 1985, N 1, c.69.
142. New range of yarn feeding units from Germany / Knitt. Int., 1979, N 1029, c.161.
143. Nouwean modele de grosse production dans le programme de metiers circulaires Iumberca panr snr-vetements / Monit. maille 1979, N 1154, c.20-23.
144. Oiling of circular Knitting machines / Text. Mon., 1983, May, c.51.
145. Orizio Model 10 single Jersey machine and its fabric potential analysed / Knitt. Int., 1982, N 1062, c.42-46.
146. Pulsonic 2 - weiterentwickelter Druckoler. Pulsonic 2 fur 7 bis 15 Olstellen / Wirkerei - und Strickerei- Techn., 1987, N 10, c.1155.
147. R/L - Single-jerseymaschine mit Seiektoreinrichtung, Typ Cheminit / Wirkerei - und Strickereitechnik, 1977, N 12, c.626.
148. RTR 33/M circular sweaterstrip and adapted to market demands / Knitt. Times, 1976, N 41, c.26-29.
149. Rundstrickmaschine mit mittlerem Zylinderdurchmesser / Int. Text-Bull. Strickerei / Wirkerei / Konfekt, 1975, N 4, c.228.
150. Rundstrickmaschine. Neuentwickeltes Terrot-Modell 11108 / Wirkerei- und Strickereitechn., 1976, N 10, c.533.
151. Schmid M. Four new mayer models: circular underwear fabric machine developments / Knitt. Int., 1978, N 1018, c.93-99.

152. Smith Gary W. Changing equipment design and its impact on production / Knitt. Times, 1984, N 19, c.88-89.
153. Stibbe SB range of multi-feed, circular yardgoods machines / Knitt. Times, 1978, N 9, c.39-40.
154. Strickmaschine M2-120 mit hoher Feinheit / Wirkerei- und Strickereitechn., 1976, N 3, c.129.
155. Strickmaschinen / Wirkerei- und Strickerei- Techn, N 12, c.1256-1260.
156. Sulzer introduces high production single needle circular machine / Knitt Times, 1977, N 14, c.29.
157. Sung Kayser. Spasmodic-recovery / Text. Asia, 1977, N 7, c.22-24, 33-56.
158. Swann SD 3 series: versatile body-size single jersey units / Knitt. Int., 1983, N 1073, c.34-35.
159. Taylor Brian. Speciality knitting machines, accessories, making up, packaging / Knitt int., N 1080, c.81-84.
160. Tc. 29/100/3 rotary knitting machine for plain plaiting with backing thread / Rom Eng, 1982, N 4, c.31.
161. The Iumberca approach to multiple use or convertible machines with model SVF / SVY / Knitt. Int., 1985, N 1104, c.46-47.
162. Two new eyelet models added to swann range / Knitt. Int., N 1090, c.106-107.
163. Universal application, electronically controlled large diameter circular rib knitting machine / Int. Text. Bull. Fabr Form., 1988, N 1, c.77-78.
164. Uniwave Refine New Products / Knit. Int., 1989, N 1150, c.56.
165. Uniwaves flutter blowers / Knit. Int., 1989, N 1143, c.61-63.
166. Updated system by interlube systems / Knit. Int, 1989, N 1150, c.51.
167. Vielzweck-Rundstrickmaschine für den DOB - und HAKA - Bereich / Text. Prax. int., 1976, N 2, c.198.
168. Vorschau auf die ITMA 1983 / Wirkerei- und Strickerei- Tehn., 1983, N 9, c.860-880.

169. Why be afraid of high feeder numbers and knitting speeds / Canadian Textile Journal, 1978, N 11, c.77-80.
170. Wildt Mellor Bramley pasente sa gamme de machines circulaires Eyclet / Monit. maille, 1975, 85, N 1113, c.512, 515.
171. WMB introduce a new latch needle fleecy machine / Knitt. Int., 1980, N 1040, c.82-83.
172. Wray G.E., Burns N.D. Cam-to-needle impact forces in weftknitting. Part X. The characteristics of latch-needle breakages / 1. Text. Inst., 1978, N 10, c.309-314.
173. Wray G.E., Burns N.D. Dynamic forces in weft-knitting. Par a 1: comparison of measured non-knitting cam forces with mathematically predicted valnes / 1. Text. Inst., 1976, N 5, c.149-165.
174. Wray G.R., Burns N.D. Cam-to-needle impact forces in weftknitting. Part VIII: The effect of some knitting parameters on guard-cam impact / I. Text. Inst., 1978, N 8, c.244-249.
175. Wray G.R., Burns N.D. Camtoneedle impact forces in Weftknitting. Part IV: Farther measazements of stitch – cam impact / 1, Text. Inst., 1976, N 6, c/206-209.
176. Zusatzeinrichtungen an Rundstrickmaschinen / Mitt. Textilinol., 1987, N 7, c.260-261.
177. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 1985, 424 с.
178. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. – 4-е изд., М.: «Издательство МСХА», 2001, 616 с.
179. Зикеев Г.П. Использование металлоплакирующих нанотехнологий для продления срока службы трущихся деталей механических систем - Интеграл, №1(39), 2008, с. 16-18.
180. Мельцер Л.З. Смазка фреоновых холодильных машин. Изд. 2-е допол.- М.: Пищевая промышленность, 1969, – 139 с.
181. Новые высокоэффективные производственные технологии:

- Справочное пособие / Под общ. ред. А.К.Прокопенко. – Мытищи, Талант, 2008, - 80 с.
182. Повышение срока службы деталей машин и инструмента металлоплакированием (монография) / Прокопенко А.К., Голубев А.П., Корнеев А.А., Зикеев Г.П.- М.; ИИЦ МГУДТ, 2010, 87 с.
183. Прокопенко А.К. Избирательный перенос в узлах трения машин бытового назначения: Моногр.- М.: Легпромбытиздат, 1987, – 104 с.
184. Прокопенко А.К. Повышение срока службы трущихся деталей и инструмента машин легкой промышленности и бытового назначения в процессе эксплуатации. – Теоретические и прикладные проблемы сервиса, Научн. журнал, №3/4, 2002, с. 39-47.
185. Состав для нанесения покрытий А.С. № 1203126, Б.И. № 1, 1986.
186. Способ приработки сопрягаемых поверхностей трения А.с. № 1282960, Б.И. № 2, 1987.
187. Способ поддержания режущей способности движущегося лезвийного инструмента А.с. № 1279751, Б.И. № 48, 1986.
188. Состав для нанесения покрытия натиранием А.с. № 1623232
189. Состав для приработки деталей узла трения А.с. № 1622671, Б.И. № 3, 1991 г.
190. Способ нанесения антифрикционных покрытий на детали узлов трения А.с. № 1686033, Б.И. № 39, 1991.
191. Способ обработки металлических изделий. Патент РФ № 2124576, Б.И. № 1, 1999.
192. Состав для нанесения покрытий А.с. № 1736196
193. Состав для нанесения покрытий натиранием А.с. № 1623232
194. Устройство для обработки инструмента с замкнутым контуром режущей кромки А.с. № 1703255, Б.И. № 1, 1992.
195. Устройство для формирования режущей кромки лезвийного инструмента. Патент РФ № 2086392, Б.И. № 22, 1997.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	С. 3
РАЗДЕЛ 1. ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ СИСТЕМ СМАЗКИ МЕХАНИЗМОВ ВЯЗАНИЯ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН	5
1.1. Обзор вязальных машин с эффективной системой смазки механизма вязания	5
1.2. Обзор и анализ устройств смазки механизма вязания вязальных машин	14
1.3. Обзор исследований устройств и процесса смазки механизмов вязания вязальных машин	21
РАЗДЕЛ 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СМАЗКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ МЕХА- НИЗМОВ ВЯЗАНИЯ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН	28
2.1. Влияние смазки на динамические нагрузки в механизме вязания	28
2.2. Влияние смазки на долговечность работы клиньев механизмов вязания вязальных машин	36
2.3. Исследование влияния смазки на мощность, потребляе- мую механизмом вязания кругловязальной машины	45
РАЗДЕЛ 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЗКИ МЕХАНИЗМОВ ВЯЗАНИЯ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН	62
3.1. Исследование влияния вязкости смазочного материала на отказы игл вязальных машин	62
3.2. Экспериментальное исследование влияния смазки на динамические нагрузки в механизме вязания кругло-	

вязальной машины	72
3.2.1. Методика проведения экспериментальных исследований и экспериментальная установка	72
3.2.2. Результаты расшифровки осциллограмм	78
3.2.3. Анализ полученных результатов	81
3.3. Экспериментальное исследование влияния конструкции рабочих органов механизма вязания на эффективность смазки	82
3.3.1. Методика проведения эксперимент и экспериментальная установка	83
3.3.2. Обработка результатов эксперимента	89
3.3.3. Анализ результатов эксперимента	93
РАЗДЕЛ 4. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН, СПОСОБСТВУЮЩИХ ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЗКИ	96
4.1. Разработка конструкции штеги, способствующей повышению эффективности смазки пар трения механизма вязания	96
4.2. Разработка конструкций игл, способствующих повыше- нию эффективности смазки пар трения механизма вязания	102
4.2.1. Язычковая игла с пяткой-вставкой	102
4.2.2. Язычковая игла с системой канавок для смазки	112
4.2.3. Язычковая игла со сквозными отверстиями, расположен- ными в хвостовике, пятке и стержне	117
4.3. Разработка конструкций клиньев, способствующих повышению эффективности смазки пар трения пятки игл-клинья	119

4.3.1. Клин с глухим отверстием и канавками для смазки, расположенными в зоне рабочей поверхности	119
4.3.2. Клин с упругой пластиной и гигроскопической вставкой со смазкой	123
4.4. Разработка конструкции кругловязальной машины, способствующей повышению эффективности смазки механизма вязания	125
РАЗДЕЛ 5. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЗКИ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩИХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ	133
5.1.Metalлоплакирующие нанотехнологии для повышения срока службы и улучшения эксплуатационных характеристик оборудования	133
5.1.1. Эффект безизносности в узлах трения	133
5.2. Metalлоплакирующие нанотехнологии	136
5.3. Рекомендации по повышению износостойкости узлов трения и механизмов металлоплакирующими нанотехнологиями	146
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	153
ЛИТЕРАТУРА	159

Навчальний посібник призначений для студентів інженерних спеціальностей. Зміст посібника відповідає навчальним програмам вказаних дисциплін.

В навчальному посібнику розглянуті питання впливу мастила на ефективність роботи вузлів та механізмів, в тому числі і механізмів в'язання в'язальних машин. Вплив мастила на довговічність роботи пар тертя. Представлені розробки нових конструкцій робочих органів, а також вплив металоплакуючих нанотехнологій на підвищення ефективності роботи механізмів в'язання.

Навчальне видання

*Чабан Віталій Васильович
Піпа Борис Федорович
Прокопенко Анатолій Костянтинович*

**ВПЛИВ МАСТИЛА
ТА МЕТАЛОПЛАКУЮЧИХ НАНОТЕХНОЛОГІЙ
НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МЕХАНІЗМІВ
В'ЯЗАННЯ В'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН**

Навчальний посібник
(Російською мовою)

Редактор Л. Л. Овечкіна
Відповідальний за поліграфічне видання Т. А. Назаревич
Коректор Н. П. Біланюк

Підп. до друку 26.03.2014 р. Формат 60x84 1/16.
Ум. друк арк. 10,22. Облік.-вид. арк. 8,00. Тираж 25 пр. Зам. 333
Видавець і виготовлювач Київський національний університет технологій та дизайну.
вул. Немировича-Данченка, 2, м. Київ-11, 01011.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 993 від 24.07.2002.