



ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА



Тема: Разработка технологии очистки поверхностей детали при сервисном обслуживании

Факультет «Технология хлопковой промышленности» _____ группа Зрс -11 ___
студент Мингазитдинов Т.Р.

Консультанты составных частей выпускной квалификационной работы:

1. Введение _____ ст. преп. М.В.Миршин
(составные части ВКР, Ф.И.О консультантов, число и подпись)
2. Аналитический анализ _____ ст. преп. М.В.Миршин
(составные части ВКР, Ф.И.О консультантов, число и подпись)
3. Сервисное обслуживание _____ ст. преп. М.В.Миршин
(составные части ВКР, Ф.И.О консультантов, число и подпись)
4. Охрана труда и экология _____
(составные части ВКР, Ф.И.О консультантов, число и подпись)
5. Компьютерное управление машин отрасли _____
(составные части ВКР, Ф.И.О консультантов, число и подпись)
6. Экономический _____
(составные части ВКР, Ф.И.О консультантов, число и подпись)

Научный руководитель _____ ст. преп. М.В.Миршин _____

Зав. кафедрой _____ т.ф.н., доц. И.Д.Мадумаров _____

Ташкент – 2015 год.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	5
1.1 Анализ методов мойки деталей и узлов при сервисном обслуживании	5
1.2. Гидроабразивная очистка в сравнении с гидроструйной очисткой	8
1.2.1. Сущность процесса струйной гидроабразивной обработки	10
1.3 Механизмы процесса струйной гидроабразивной обработки	
1.4. Срок службы суспензии и регенерация абразивного материала	27
1.5. Производительность процесса струйной гидроабразивной обработки	29
1.6. Выводы по главе	
2. СЕРВИСНАЯ ЧАСТЬ	36
2.1. Технологические схемы комплексов гидроабразивной очистки.	37
2.2. Схемы и конструкции струйных аппаратов	38
2.3. Классификация и требования к струйным аппаратам	38
2.4. Конструкция струйных аппаратов	41
2.4.1 Струйные аппараты, формирующие струи круглого сечения	41
2.5 Разработка гидроабразивной насадки	49
Выводы по главе	51
3. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ПРИ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ МОЙКЕ.	
3.1. Средства защиты оператора	
	55

3.2.	Защита дыхания операторов абразивоструйной очистки	
3.2.1.	Защита от шума	58
4.	РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ НОВОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	58
4.1.	Исходные данные для расчета экономической эффективности	58
	Выводы по главе	60
	ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	61
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	62
	ПРИЛОЖЕНИЕ	72

ВВЕДЕНИЕ

Особого внимания заслуживают серьезные качественные изменения, происходящие в экономике страны.

В результате последовательной реализации принятой программы приоритетного развития промышленности в 2011-2015 годах и отраслевых программ по модернизации, техническому и технологическому обновлению производств в структуре промышленности все большее место занимают обрабатывающие отрасли, производящие конкурентоспособную продукцию с высокой добавленной стоимостью. Сегодня эти отрасли производят более 78 процентов промышленной продукции страны.

Опережающими темпами в 2013 году развивались такие высокотехнологичные отрасли, как машиностроение и металлообработка (121 процент), производство строительных материалов (113,6 процента), легкая (113 процентов) и пищевая (109 процентов) промышленность.

Создаются новые современные производства по выпуску телекоммуникационного оборудования, компьютерной техники и сотовой телефонии, широкого ассортимента бытовой электроники. Модернизируются, по сути дела, заново технологически обновляются практически все отрасли нашей экономики.[1]

Как следствие, в структуре ВВП на долю промышленности в настоящее время приходится более 24,2 процента против 14,2 процента в 2000 году.

Дают свои результаты своевременно принятые меры по кардинальному увеличению производства потребительских товаров.

Предусмотрены развития текстильной и легкой промышленности, увеличения продукции и развитие малого предпринимательство с применением новых технологий. Успешное решение поставленных задач возможно на основе технического перевооружения предприятий легкой промышленности,

использования новейших достижений науки, внедрения новой техники и передовой технологии и интенсификации технологических процессов.

Модернизация, техническое и технологическое перевооружение производства, ускоренное обновление ведущих отраслей экономики является важнейшим приоритетом для нашей страны. Об этом говорил президент Республики Узбекистан И.А. Каримов на заседании правительства по итогам социально-экономического развития страны в 2014 году и важнейшим приоритетам на 2015 год. В этом докладе президент подчеркнул: «В текстильной промышленности приоритетное развитие должны получить новые современные текстильные комплексы с законченным циклом производства конкурентоспособной экспортной продукции. Это обеспечит увеличение объемов внутренней переработки хлопка-волокна более чем в 2 раза, производства пряжи – в 2,6 раза, готовых трикотажных и швейных изделий – в 3 раза, экспорта продукции текстильной промышленности – в 2 раза» [1].

Системы сервисного обслуживания позволяют быстро и с высокой точностью реагировать на поломки текстильных машин и устранять простои оборудования. При этом, последний в принятии решений получает возможность оперировать не приближенными оценками, а точными значениями, либо устанавливать с высокой достоверностью доверительные интервалы оцениваемых параметров. Отсутствие сервисного обслуживания системы со временем приводит к утере конкурентоспособности, причем, чем больше размер производства, тем быстрее это происходит.

Основываясь на выше сказанное, мы и выбрали тему нашей выпускной квалификационной работой «Разработка чистки поверхности детали при сервисном обслуживании», так как на данный момент времени это актуальная задача.

1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Анализ методов мойки деталей и узлов при сервисном обслуживании

После разборки машин и агрегатов детали подвергают чистке, обезжириванию и мойке. Чистка и мойка деталей оказывает большое влияние на качество капитального ремонта. Полное удаление всех загрязнений улучшает качество дефектов, увеличивает срок службы деталей, снижает появление брака. Рациональный выбор способа мойки и чистки зависит от вида загрязнений, размеров, конфигурации деталей и мест отложений загрязнений, экономических соображений, но главным фактором, определяющим выбор способа, является вид загрязнения. Загрязнения дорожных машин, работающих в сложных условиях дорожного строительства, можно разделить на следующие виды: отложения не жирового происхождения (пыль, грязь и др.) и маслянисто-грязевые; остатки смазочных материалов; углеродистые отложения; накипь; коррозия; технологические отложения в процессе ремонта; отложения цементного раствора и бетона. Отложения не жирового происхождения и маслянисто-грязевые образуются на наружной поверхности деталей машин и агрегатов. Пыль, грязь в процессе эксплуатации машин попадают на сухие и маслянистые поверхности. Такие загрязнения удаляются сравнительно легко. Остатки смазочных материалов имеются на всех деталях машин, которые работают в масляной среде, это — наиболее распространенный вид загрязнения, для удаления которого требуются специальные препараты и условия очистки, мойки. Углеродистые отложения представляют собой продукты термоокисления смазочных материалов и топлива. Они образуются на деталях двигателей внутреннего сгорания и в зависимости от степени окисления разделяются на нагары, лаковые пленки, осадки и асфальто-смолистые вещества, кроме этого, к углеродистым отложениям относятся остатки битума и асфальтобетонной

смеси, которые остаются на наружных поверхностях деталей дорожных машин при работе их с этими материалами.

Нагар образуется при сгорании топлива и масел. Выделяющиеся и несгоревшие твердые частицы прилипают к масляным пленкам и постепенно спекаясь, образуют слой нагара на стенках камер сгорания, днищах поршней, клапанах, свечах и выпускных коллекторах.

Лаковые пленки образуются при воздействии высокой температуры на масляные слои небольшой толщины. Они отлагаются на шатунах, поршнях, коленчатых валах и других деталях. Осадки, образованные из продуктов окисления масла, топлива, пыли и других частиц, представляют собой мазеобразную, липкую массу, оседающую в поддоне картера, масляных каналах, в масляном фильтре. Асфальто-смолистые вещества образуются под действием высоких температур и кислорода воздуха. Большая часть этих веществ представляет собой твердые частицы, которые входят в состав осадков и могут оказывать абразивное действие на детали. Для удаления углеродистых отложений требуются специальные препараты и определенные условия. **Накипь** откладывается на внутренних поверхностях деталей системы охлаждения двигателей и образуется в результате выделения солей кальция и магния при нагреве воды до температуры 70— 85 °С. Теплопроводность накипи во много раз ниже теплопроводности металла, поэтому даже минимальный слой накипи значительно ухудшает условия теплообмена, приводит к перегреву деталей двигателя, особенно деталей шатунно-поршневой группы и цилиндров. В результате этого снижается мощность двигателя, повышается расход топливно-смазочных материалов и возрастает интенсивность изнашивания деталей. Удаление накипи — сравнительно сложный и трудоемкий процесс.

Коррозия — гидрат окиси железа образуется в результате химического и электрохимического разрушения поверхностей деталей системы охлаждения двигателя и всех других металлических поверхностей.

Технологические загрязнения на деталях и узлах образуются в процессе ремонта, сборки и обкатки агрегатов. Это остатки притирочных паст, шлифовальных кругов, металлическая стружка и др. Их также необходимо своевременно и тщательно удалять, так как они могут явиться причиной интенсивного изнашивания трущихся поверхностей деталей. Отложения цементного раствора и бетона возникают на деталях в процессе работы машины с этими материалами и в результате неудовлетворительного технического обслуживания машин. Удаление этих отложений — простой, но трудоемкий процесс.

Способы удаления загрязнений.

В ремонтном производстве наибольшее распространение получили физико-химический, ультра-звуковой и механический способы мойки и чистки деталей.

Физико-химический способ мойки и очистки (струйный и в ваннах) заключается в том, что загрязнения удаляют с поверхностей деталей водными растворами различных препаратов или специальными растворителями при определенных режимах. Основными режимами высококачественной мойки и очистки водными растворами являются: высокая температура моющего химического раствора (80—95 °С), поток или струя раствора при значительном давлении и эффективные моющие средства.

Ультразвуковой способ мойки и очистки основан на передаче энергии от излучателя ультразвука через жидкую среду к очищаемой поверхности.

Колебания, составляющие 20—30 кГц, вызывают большие ускорения и приводят к появлению в жидкой среде мелких пузырьков, при разрыве которых возникают гидравлические удары большой силы, разрушающие на поверхностях деталей углеродистые отложения в течение 2—4 мин, а масляные пленки — в течение 30—40 с. Преобразователь типа ПМС-4 прикреплен к днищу сварной металлической ванны и получает питание от ультразвукового генератора УЗГ-2,5. В процессе работы преобразователь

охлаждается проточной водой, которая подводится по трубопроводу и сливается через трубопровод. Колодка с клеммами служит для присоединения преобразователя к генератору. При использовании агрессивного моющего раствора в металлическую ванну устанавливают резервуар из винипласта, пространство между ними заполняют водой. Очищаемые детали подвешивают в ванне в решетчатой корзине с ячейками не менее 3X3 мм. Ультразвуковой способ применяют главным образом для очистки мелких деталей сложной конфигурации (детали карбюраторов, топливных насосов, электрооборудования и т. п.). Для ультразвукового обезжиривания деталей можно рекомендовать раствор следующего состава: кальцинированная сода — 30 г/л; тринатрий-фосфат — 30, эмульгатор ОП-10 — 5—10 г/л. Температура раствора должна быть 50—55 °С. Применение ультразвуковой мойки и очистки деталей (особенно мелких) дает значительный экономический эффект за счет ускорения процесса очистки и повышения качества ремонта машины в целом.

Сущность механического способа заключается в очистке поверхности детали вручную скребками, щетками или механизировано — косточковой крошкой, абразивными и другими материалами, подаваемыми вместе с воздухом, водой или моющим раствором.

Моющие жидкости и препараты.

В качестве моющих жидкостей применяют водные растворы каустической соды (едкого натра), кальцинированной соды (углекислого натрия) с присадкой эмульгаторов (жидкого стекла, хозяйственного мыла, тринатрийфосфата) и с противокоррозионными присадками (хромпиком, нитритом натрия) и препараты «Тракторин», МЛ-51, МЛ-52, «Лабамид-101», «Лабамид-203», АМ-15, МС-6, МС-8 и др. Водные щелочные растворы подогревают до температуры 80—95 °С. При

снижении температуры нагрева до 70 °С и ниже вязкость масляных отложений остается повышенной, что затрудняет их отделение и ухудшает качество мойки. Из-за сильного корродирующего действия щелочные растворы (с присутствием едкого натра), предназначенные для мойки деталей из черных металлов, нельзя применять для деталей из сплавов алюминия. После мойки щелочными растворами детали следует промывать чистой водой. Синтетические препараты «Тракторин», МЛ-51, МЛ-52, МС-6 и МС-8 — наиболее эффективные моющие препараты, которые выпускает химическая промышленность. Применение этих препаратов экономически выгодно в сравнении с дорогостоящей каустической содой. Основные их преимущества перед водными щелочными растворами — низкая токсичность, хорошая растворимость в воде, возможность применения для деталей из черных и цветных металлов. Кроме того, после применения этих препаратов нет необходимости промывать детали водой. Препараты «Тракторин», МЛ-51 и МС-6 применяют в машинах и установках для струйной мойки деталей. Препарат МЛ-52 и МС-8 используют для выварки в ваннах деталей от прочных углеродистых отложений. Температура растворов из этих препаратов 70—80 °С. Продолжительность обезжиривания 8—20 мин. Концентрация водного раствора 20—30 г/л. Препарат АМ-15, представляющий раствор поверхностно-активных веществ в органических растворителях (ксилола, оливариново-го масла и оксиэтилированного спирта), применяют для очистки деталей от прочных смолистых отложений в ваннах, а также для восстановления пропускной способности фильтров грубой очистки. Препараты «Лабамид-101» и «Лабамид-203» предназначены для удаления масляных и углеродистых отложений различных деталей. «Лабамид-101» применяют в виде водных растворов концентрации «Лабамид-203» применяют в виде водных растворов концентрации 25—35 г/л при температуре 80—100 °С в моечных машинах ванного типа.

Выбор оборудования зависит от вида загрязнений деталей, их размеров, моющих препаратов и мощности ремонтного предприятия. Для мойки, обезжиривания и чистки деталей в ремонтном производстве наибольшее распространение получили струйные моечные машины конвейерного типа, камерные моечные машины периодического действия, ванны и специальные установки (для очистки деталей от нагара, накипи и т. п.).

Струйные моечные машины конвейерного типа, предназначенные для мойки агрегатов, узлов и деталей, могут быть одно-, двух- и трехкамерные. Однокамерные машины предназначены для мойки водой или обезжиривания растворами, не требующими последующего ополаскивания водой. На рис. 1.2 показана однокамерная конвейерная моечная струйная машина, предназначенная для обезжиривания деталей с помощью неагрессивных растворов («Тракторин», МЛ-51, МС-6), исключая необходимость последующего ополаскивания деталей. Моечное устройство для этой машины выполнено в виде качающего гидранта.

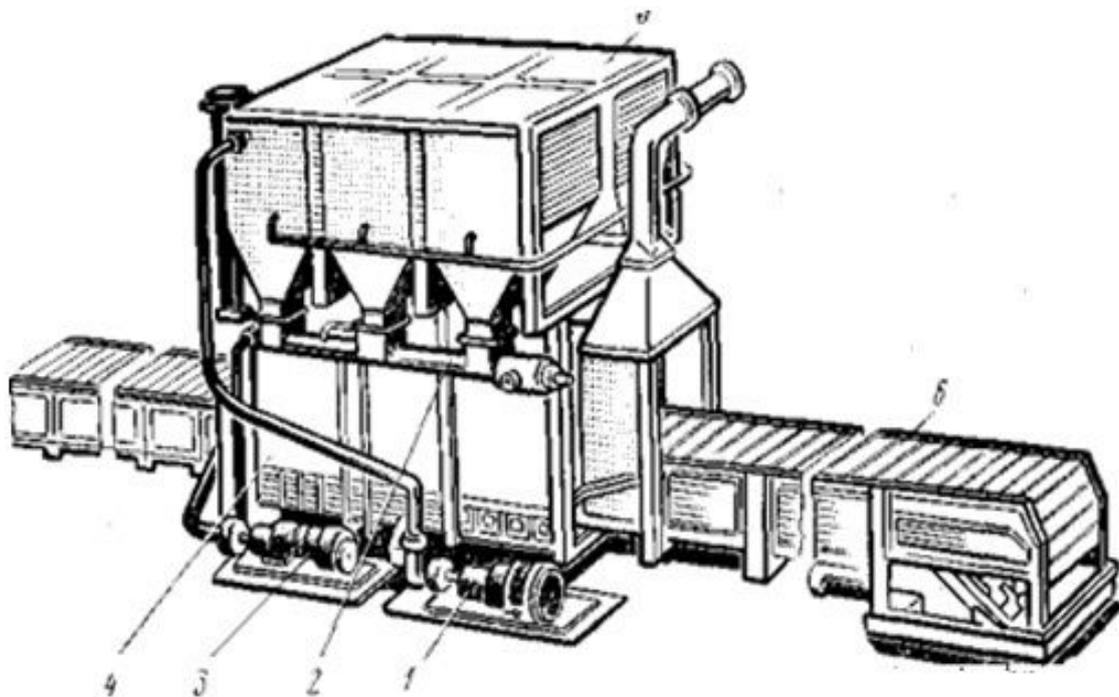


Рис 1.2 Однокамерная конвейерная моечная струйная машина

1 — откачивающая насосная установка; 2 — спускной коллектор; 3 — нагнетающая насосная установка; 4— моечная камера; 5 — баки-отстойники; 6 — пластинчатый конвейер

Перемещение деталей осуществляется конвейером пластинчатого типа. Скорость движения ленты конвейера составляет 0,1—0,6 м/мин. Моющий раствор в этой машине подогревается паром до температуры 75— 85 °С. Крупные детали устанавливают непосредственно на конвейерные пластины, а мелкие подают в моечную машину в сетчатых корзинах.

Двухкамерные машины используются для мойки деталей и агрегатов щелочными растворами в первой из камер, с последующей мойкой горячей водой во второй. Трёхкамерные машины имеют три зоны мойки. В первой зоне с помощью моечного раствора размягчают загрязнения, во второй — тщательно моют и в третьей — ополаскивают горячей водой. Машины конвейерного типа экономически целесообразно применять на крупных ремонтных предприятиях. В камерных моечных машинах периодического действия детали подвергаются мойке одним раствором с последующим ополаскиванием горячей водой. В последнем случае имеются две ванны: для моющего раствора и горячей воды. Эти машины применяют на небольших ремонтных предприятиях и ремонтных мастерских эксплуатационных хозяйств. Ванны — наиболее простые моечные установки. Чаще всего их применяют для вываривания деталей в щелочных или кислотных растворах. Ванны изготавливают из стали; они состоят из двух отсеков одного — для моющего раствора, другого — для воды. Сверху ванны закрывают двухстворчатой крышкой.

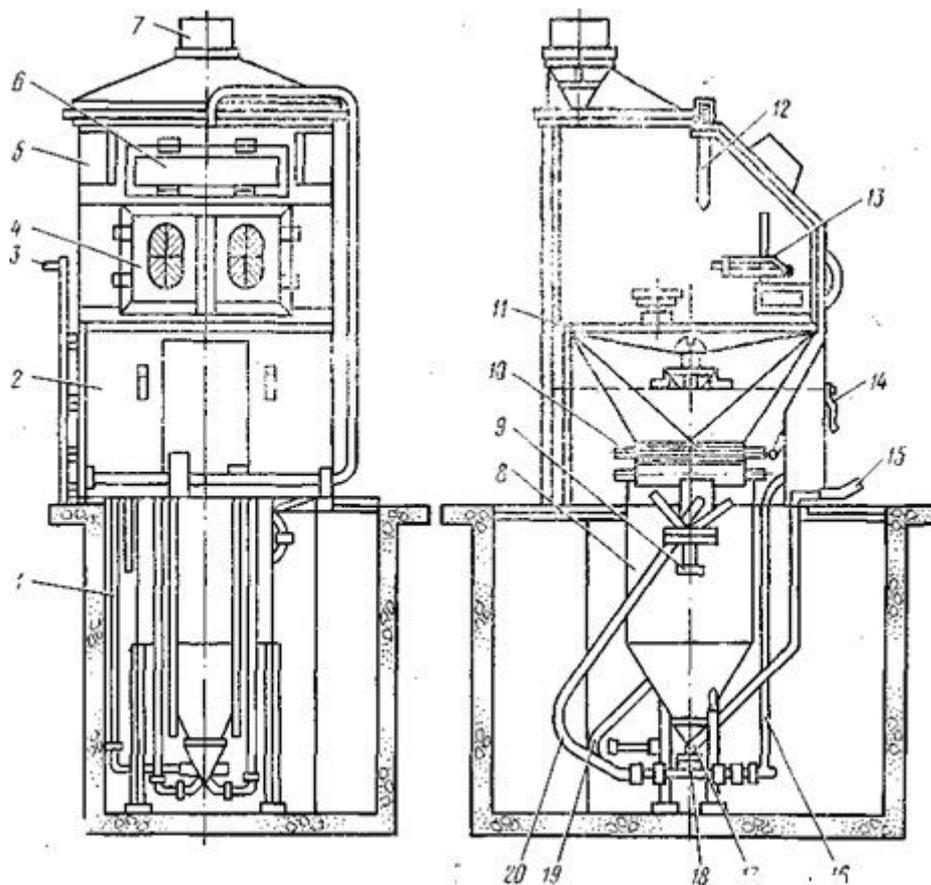


Рис 1.3 Установка для очистки деталей косточковой крошкой

Очистка деталей от нагара.

Детали от нагара можно очищать механическим и физико-химическим способами. Удаление нагара механическим способом может быть осуществлено при помощи металлических щеток и скребков, косточковой крошкой, гидropескоструйной обработкой. При применении щеток к скребков не всегда удается полностью удалить нагар с поверхностей, находящихся в труднодоступных местах детали. Кроме того, после удаления нагара на гладких поверхностях деталей образуются риски, которые в процессе эксплуатации служат очагами образования нагара. Очистка деталей от нагара металлическими щетками и скребками благодаря своей простоте получила распространение в ремонтных мастерских дорожно-строительных организаций. Мелкие детали (клапаны, толкатели, пружины и др.) экономически целесообразно очищать от нагара химическим способом. При

этом детали загружают в ванну со щелочным раствором, который состоит из каустической и кальцинированной соды, жидкого стекла, хозяйственного мыла и воды. Детали выдерживают в этом растворе 3—4 ч при температуре 90—95 °С и после размягчения нагар удаляют волосяными щетками или ветошью. После очистки детали промывают в холодной и горячей воде.

Очистка деталей от накипи. Очистка водяной рубашки блоков и головок цилиндров двигателей производится на специальных установках. На рис. 16 показана установка для удаления накипи из водяной рубашки блока. Блок устанавливается на рольганг 3 и при помощи шланга, присоединяемого к боковому фланцу блока, через его рубашку прокачивается подогретый до 60—80 °С раствор тринатрийфосфата из расчета примерно 3—5 кг на 1 м³ воды. Можно применять для удаления накипи и 8—10%-ный раствор соляной кислоты. Для предохранения внутренних поверхностей деталей от коррозии в качестве ингибитора в раствор добавляют 3—4 г уротропина на 1 л. Раствор подогревают до 50—60 °С. Продолжительность промывки в зависимости от толщины слоя накипи может быть в пределах 10—70 мин. После удаления накипи внутренние полости деталей необходимо промыть чистой водой.

Очистка внутренних поверхностей радиаторов осуществляется 5%-ным раствором каустической соды, нагретым до 60—80 °С. Раствор соды выдерживают в радиаторе до полного удаления слоя накипи, после чего промывают внутренние полости горячей водой. Разобранные детали перед осмотром и контролем подвергают очистке для удаления различных видов отложений, основными из которых являются: асфальтосмолистые, масляно-грязевые, накипь, нагар, старые лакокрасочные покрытия и др. Все эти виды загрязнений на поверхностях автомобиля возникают в процессе эксплуатации.

Асфальтосмолистые и масляно-грязевые отложения на деталях образуются в результате окисления масел с последующим их коксованием. Такие отложения имеют место на деталях двигателей, коробок передач, мостов, раздаточных коробок и др.

Асфальтосмолистые и масляно-грязевые отложения удаляются с помощью моющих средств.

Для удаления асфальтосмолистых и масляно-грязевых отложений на авторемонтных предприятиях широко используют растворители: дизельное топливо, керосин, бензин, уайт-спирит. Их применяют для очистки элементов масляных фильтров, каналов коленчатых валов, топливной аппаратуры и др.

Накипь образуется на стенках водяных рубашек и головки блока, в радиаторе, трубопроводах и др. Источником образования накипи является вода, содержащая соли магния и кальция.

Очистка от накипи внутренних поверхностей двигателя проводится промыванием деталей 8—10%-ным водным раствором соляной кислоты, нагретым до 70°C. Продолжительность обработки — 60—70 мин. Затем двигатель необходимо промыть чистой водой с добавлением хромпика.

Процесс выполняется в специальных камерах, оборудованных центробежным насосом и рольгангами. Для уменьшения коррозии в водный соляной раствор добавляется технический уротропин (3—4 г/л).

Нагар образуется при неполном сгорании топлива и масла. Нагаром покрываются стенки камер сгорания в головке цилиндров двигателя, днища поршней, гнезда блока под впускные клапаны и др.

Очистку от нагара на стальных и чугунных деталях производят химическим способом, основанном на использовании щелочных растворов повышенной концентрации. Детали из алюминиевых сплавов обрабатывают раствором, не содержащим каустической соды.

Для очистки от коррозии детали подвергают механической, химической или абразивно-жидкостной обработке.

Механическую обработку выполняют металлическими щетками или металлическим песком, подаваемым сжатым воздухом, при обработке массивных деталей. Мелкие детали (пружины и др.) очищают от коррозии в галтовочных барабанах с чугунной крошкой.

Химический метод очистки от коррозии заключается в травлении пораженных участков водными растворами серной, соляной, фосфорной, азотной или других кислот с последующей промывкой чистой водой.

Очистку деталей от старых лакокрасочных покрытий проводят при подготовке поверхности к повторной окраске. Выбор способа очистки зависит от многих факторов: марки старого покрытия, материала детали и др. Наибольшее распространение находит способ обработки деталей из черных металлов в ванне с водным раствором каустической соды с концентрацией 50—100 г/л при температуре 85°С. По окончании обработки детали промывают в воде при температуре 50—60°С и нейтрализуют 10% водным раствором ортофосфорной кислоты.

Снимают старые лакокрасочные покрытия и с помощью смывов (СП-6, АФТ-1, СИ и др.) и растворителей (№ 646, 647 и др.).

В отдельных случаях лакокрасочные покрытия удаляют механическим способом с помощью металлических щеток различных конструкций. Работа выполняется вручную или с использованием механизированного инструмента.

К механическому способу снятия старых лакокрасочных покрытий относят металлопескоструйную очистку.

Для выполнения перечисленных выше способов очистки и мойки деталей применяются различные типы моечно-очистных машин: погружные, струйные, комбинированные и специальные.

1.2 Гидроабразивная очистка в сравнении с гидроструйной очисткой

Гидроабразивную очистку часто путают с гидроструйной (ее также называют водоструйной очисткой или очисткой с помощью жидкости).

Для гидроструйной обработки используются водяной насос и иногда абразив для более агрессивной очистки.

При обычной помывке создаётся относительно низкое давление и очистка происходит с помощью моющего порошка. В гидроструйных аппаратах высокого давления создаётся давление 1 370 бар; гидроструйные аппараты сверхвысокого давления работают при давлении 3 447 бар.

Гидроструйная очистка используется для бетона, штукатурки, кирпичных и каменных кладок. С помощью неё удаляется старая краска и плесень с деревянных поверхностей и солевые отложения с бортов кораблей. При более высоком давлении гидроструйная очистка позволяет удалить старую краску и коррозию со стали, хотя производительность при этом будет достаточно мала. Несмотря на высокое давление, вода никогда не сможет создать профиль на стальной поверхности.

Гидроструйная очистка с абразивом, подаваемым в водяной поток, создает неглубокий профиль, так как только незначительное количество абразива может попасть в водяной поток высокого давления.

При гидроабразивной очистке частицы абразива приводятся в движение с помощью сжатого воздуха и стандартного абразивоструйного аппарата, а небольшое количество воды подаётся в сопло для того, чтобы подавить пыль. Данный вид очистки является таким же эффективным, как и сухая абразивоструйная очистка.

1.2.1 Сущность процесса струйной гидроабразивной обработки

Обработка поверхностей заготовок точением, фрезерованием, протягиванием и шлифованием характеризуется тем, что режущие элементы металлического или абразивного инструмента в течение всего пронесен удаления металла соприкасаются с обрабатываемыми поверхностями. При этом образуется замкнутая технологическая система, включающая станок, приспособление, инструмент и заготовку, Обработка сопровождается нагревом и вибрацией всех составляющих этой системы и деформацией металла в зоне действия режущей кромки. Обработка лезвийным

инструментом требует значительных затрат энергии для удаления припуска металла с обрабатываемой заготовки.

В машиностроении необходимость обработки сложных фасонных поверхностей привела к созданию новых методов обработки, характеризующихся отсутствием непосредственного механического контакта инструмента с заготовкой. В этих методах в роли инструмента выступает либо электрическое поле (электрохимическая размерная обработка, электрополирование), либо направленный ударный поток различных материалов (пескоструйная, дробеструйная обработки, обработка шариками и т. д.) на заготовку.

Процессы, использующие эффект удара абразивных частиц об обрабатываемую поверхность заготовки, осуществляются следующими способами:

- 1) удар производится собственно абразивной частицей (пескоструйная обработка);
- 2) удар производится абразивно-жидкостной струей (струйная гидроабразивная обработка);
- 3) воздействие на обрабатываемую поверхность взвешенных абразивных частиц, распыляемых сжатым воздухом (турбоабразивная обработка) или магнитным полем (магнитоабразивная обработка).

Пескоструйная обработка поверхностей заготовок применяется давно и осуществляется либо с использованием пескоструйного аппарата с пневматическим приводом и специальными соплами, либо с помощью пескомета, бросающего песок вращающимися лопатками. Для пескоструйной обработки используется неочищенный песок любого состава и в редких случаях чистый кварцевый песок определенной зернистости. Значительная запыленность, сопровождающая работу пескоструйных аппаратов, ограничила применение данного метода и производстве авиационных двигателей.

Процесс струйной гидроабразивной обработки заключается в направлении струи суспензии, состоящей из воды и частиц абразивных материалов, на обрабатываемую поверхность заготовки. Эта струя подвергается воздействию потока сжатого воздуха, который увеличивает скорость истечения суспензии из сопла. В результате такой обработки образуются чистые матовые поверхности, без направленных рисок, характерных для лезвийной обработки материалом. Действие режущих кромок абразивных частиц на обрабатываемую поверхность непродолжительно и имеет ударный характер.

При высокой скорости струи суспензии этот способ имеет только то общее с пескоструйной обработкой, что в обоих случаях работа по удалению металла производится за счет кинетической энергии абразивной частицы.

Химически активные вещества, добавленные в суспензию, облегчают воздействие абразивных частиц на обрабатываемую поверхность, процесс ускоряется и количество удаляемого металла увеличивается.

Компактность струи суспензии определяет площадь сечения струи при встрече с обрабатываемой поверхностью и при прочих равных условиях является главным фактором, обеспечивающим наибольшее удельное давление струи суспензии на заготовку. Движение струи сопровождается бомбардировкой обрабатываемой поверхности абразивными частицами. Количество ударов абразивных частиц колеблется в зависимости от условий обработки от $2 \cdot 10^6$ до $25 \cdot 10^6$ в секунду.

В отличие от процессов резания, после которых на обработанной поверхности остаются риски и микротрещины, струйная гидроабразивная обработка не создаст направленной шероховатости, обеспечивает упрочнение обрабатываемой поверхности, вследствие чего повышается усталостная прочность обработанных деталей.

Все процессы механической обработки металла сопровождаются развитием значительных усилий и выделением в зоне резания больших

количеств тепла, вызывающих пластическую деформацию поверхностного слоя. При струйной гидроабразивной обработке температура обрабатываемых деталей не изменяется. Микронагрев вызываемый отделением стружки абразивной частицей, устраняется потоком суспензии, сопровождающим эту абразивную частицу.

Струйную гидроабразивную обработку целесообразно применять для обработки сложных поверхностей: помимо значительного снижения времени обработки этот способ позволяет осуществить механизацию процесса отделочных операций и улучшить условия труда.

1.3 Механизм процесса струйной гидроабразивной обработки

Струйная гидроабразивная обработка представляет собой процесс ударного воздействия на обрабатываемую поверхность высокоскоростной гидроабразивной струи. Характер взаимодействия абразивных частиц, находящихся в струе, с поверхностью определяет выходные параметры процесса производительность и качество обработки. В плане абразивного воздействия струйную гидроабразивную обработку можно рассматривать как процесс эрозии потоком абразивных частиц обрабатываемой поверхности. Для установления физической картины явлений, происходящих при изнашивании пластичного материала потоком абразивных частиц, необходимо первоначально рассмотреть износ, вызываемый ударом одиночной частицы.

Удар частицы о поверхность приводит к возникновению кратера. Исследование кратеров, образующихся при ударах частицы под разными углами атаки, показало, что вытесненный из кратера материал течет в направлении падения частицы с образованием вала до тех пор, пока он не растрескивается из-за значительных быстродействующих накопленных деформаций. При ударах под углом 90° вал располагается вокруг кратера равномерно, при меньших углах атаки вал образуется по бокам кратера и по направлению движения частицы. Характер деформаций и образование вала

зависят от формы частицы, ее ориентации при контакте с поверхностью, скорости частицы, угла ее падения, а также от свойств материалов частицы и поверхности. Было обнаружено существование критической скорости частицы, выше которой материал обрабатываемой поверхности вытесняется в вал кратера, а также наличие вокруг кратера, образовавшегося при ударе, зоны высокой плотности дислокаций (обычно толщиной a несколько микрометров).

При ударе о поверхность угловатой частицы наблюдается процесс микрорезания материала. Микрорезание производится только вершинами абразивных частиц (зерен) и из-за скоротечности и направленности ударного воздействия оно носит очень специфический характер. Результаты такого воздействия зависят от так называемого угла скоса частицы и угла ее падения. При ударах угловатые частицы либо вытесняют больше материала в вал кратера, где он становится уязвимым для дальнейшей эрозии, либо отделяют материал от поверхности (в зависимости от угла скоса частицы при контакте). Удаление материала наблюдается в пределах углов скоса от 0 до 17°. Такие условия удара редки и возможны лишь в одном из шести случаев.

Изнашивание материала одиночной частицей характеризуется деформациями пропахивания и резания. Пропахивание наблюдается при больших отрицательных передних углах резания. При положительных передних углах имеет место процесс резания. При рассмотрении эрозии, вызванной одиночными частицами, необходимо учитывать возможность появления термически локализованной деформации (адиабатический сдвиг) как результата локального нагрева. Так, например, титан оказался чувствительным к локальным термическим эффектам, обусловленным выделением энергии частицы. В результате от пропаханного металла в районе кратера на поверхности образцов из титана откалываются чаще мелкие осколки, чем в случае стальных образцов.

Механизм эрозии пластичных материалов абразивными частицами малых размеров ($r_p < 100$ мкм) имеет специфические особенности. При ударе частиц наблюдаются высокие скорости относительной деформации e , причем $e \sim r_p^{-1}$. Поэтому, например, для частиц размером 5 мкм и при скоростях 100 м/с величина e достигает значений порядка 10^7 с⁻¹. Реакция материала при таких скоростях частиц мало известна. Таким образом, при ударе одиночной частицы о поверхность происходят следующие процессы: образование кратера, образование вала в направлении движения частицы, микрорезание под разными углами скоса, термическое разупрочнение материала, высокие скорости относительной деформации.

Удаление материала при воздействии на обрабатываемую поверхность потока абразивных частиц происходит в результате взаимодействия нескольких одновременно протекающих процессов, обусловленных отдельным или совместным влиянием компонентов потока этих частиц. При рассмотрении эрозии материала струей абразивных частиц необходимо учитывать: соударения частиц между собой внутри набегающего потока; дробление отдельных частиц; экранирование обрабатываемой поверхности отскакивающими от нее частицами; широкий диапазон углов падения частиц в определенный момент времени; влияние обрабатываемой поверхности на траекторию движения абразивных частиц; подповерхностное повреждение материала вследствие многократных ударов абразивными частицами; адсорбционный эффект понижения прочности обрабатываемого материала на границе раздела обрабатываемой поверхности и потока и т. д.

Тонкости процессов деформации и разрушения материала, протекающих при многократных ударах частиц по обрабатываемой поверхности, все еще до конца не изучены. На основании отдельных исследований осколков, образовавшихся в результате эрозии пластичных материалов, было сделано предположение, что путем непосредственного срезания материала при ударе о него абразивной частицы перемещается лишь небольшое количество

материала. Обширная пластическая деформация вызывается воздействиями пропахивающего типа (образование вала), при этом смещенный материал создаст топографию поверхности, с которой металл может быть удален последующими ударами частиц.

Наблюдается резкое количественное и качественное различие между процессами эрозии в присутствии жидкости и без неё. При удалении материала абразивной струей происходят следующие процессы: разрушение обрабатываемой поверхности в результате высоких контактных напряжений; срезание микростружки с поверхности; образование клиновидных трещин в поверхностном слое обрабатываемой поверхности; гидроудар; контактная усталость; вплавление материала вследствие высокой локальной температуры и т. д. Относительная роль каждого из этих явлений определяется физико-механическими свойствами материала обрабатываемой детали и абразивных частиц, скоростью и углом атаки абразивной струи.

Следует отметить, что до настоящего времени теории струйной гидроабразивной обработки, охватывающей все стороны процесса, еще не существует. Эта теория должна базироваться на основе аэрогидродинамики двухфазных и трехфазных сред, которая еще недостаточно изучена, а также на исследованиях многократных ударов остроконечной абразивной частицы о пластичный материал, к которому принадлежит большая часть металлов и сплавов, применяемых в авиадвигателестроении.

С точки зрения абразивного воздействия струйная гидроабразивной обработки имеет много общего с процессами эрозии материалов абразивными частицами.

Впервые рассмотрение процессов эрозии пластичных материалов было выполнено Финни, использовавшим в качестве модели механизм микро-механической обработки. Он показал, что объем металла, удаляемого массой абразивных частиц, которую несет поток воздуха, расширяющийся в сопле данной формы, равен

$$V = \frac{mv_0^2}{kd\sigma_1} * f(a) \quad (1).$$

где m , v_0 - масса абразивной частицы и ее скорость при ударе о поверхность м/с; k отношение вертикальной составляющей силы воздействия частицы на обрабатываемую поверхность к горизонтальной составляющей; d - глубина среза мм; σ_1 — предел пластичности обрабатываемого материала МПа; $f(a)$ — функция, характеризующая влияние угла падения частицы на величину съема металла.

При малых углах соударения частиц с поверхностью теория хорошо согласуется с экспериментальными данными; при этом отсутствует износ материала при углах соударения, близких к 90°.

Согласно другой модели процесса эрозии пластичных материалов, полученной на основе теории внедрения и уравнения энергетического баланса, предложенной Шелдоном и Канером

$$V = k * \frac{d^3 v_0^2 \rho_r^{3/2}}{H^{3/2}} \quad (2)$$

где k - коэффициент; d , ρ - диаметр(мм) и плотность частицы(кг/м³); v_0 - скорость удара частицы м/с; H — твердость материала по Виккерсу.

Результаты расчетов, выполненные по этой формуле, отличаются от результатов, полученных по формуле Финни.

При струйной гидроабразивной обработке наличие жидкой фазы значительно изменяет характер протекания процесса взаимодействия

абразивных частиц с поверхностью. Струйную гидроабразивной обработки можно рассматривать как эрозионно-коррозионный процесс, причем разрушающее действие жидкости объясняется проявлением эффекта Ребиндера. Отсутствие информации об основных параметрах ударного воздействия гидроабразивной струи на обрабатываемую поверхность, большинство из которых взаимосвязаны и их трудно контролировать и измерить, препятствует созданию математической модели струйной ГАО. С. П. Козыревым сделана попытка теоретически описать процесс удаления металла под действием гидроабразивной струи. Рассматривая работу абразивной частицы при ее динамическом вдавливании в поверхность под прямым углом и силы гидродинамического сопротивления, он получил формулу для определения весового съема металла

$$\Delta G = \frac{k\alpha\gamma_1\gamma_2V\Pi Nv_1^2(1-k_1^2)}{2gH_M} \quad (3).$$

где k — постоянный коэффициент; α — коэффициент, учитывающий межзерновое пространство; γ_1 γ_2 — удельный вес абразивного материала и металла соответственно; V -объем струи воды, по которому ударяет образец; Π — содержание абразивных частиц в воде в процентах к объему; N — число ударов частиц по образцу; v_1 , k_1 - скорость абразивной частицы и коэффициент восстановления ее скорости; H_M - динамическая твердость металла по Моосу.

Результаты расчетов, выполненных по этой формуле, достаточно хорошо совпадают с экспериментальными данными. Однако эта формула не учитывает влияния па массовый съем металла таких параметров, как размеры абразивных частиц, углы атаки частиц, давление воздуха, длина струи и другие.

А.Е. Проволоцкий предположил, что характер разрушения поверхности гидроабразивной струей напоминает схему резания внедряющимся клином, а

процесс удаления может быть описан согласно следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = \kappa(Q - x) \quad (4).$$

откуда

$$X = Q[1 - e^{-kt(1-0.58t)}] \quad (5).$$

где x — текущий линейный съём металла за время t мм; Q — общий линейный припуск мм; κ — коэффициент разрушения металла; β — коэффициент убывания абразивной способности определенного объема суспензии.

Последнее уравнение, хотя и согласуется с экспериментальными данными, также не учитывает большинства параметров струйной гидроабразивной обработки.

Рассмотренный выше механизм удаления пластичного материала под воздействием потока абразивных частиц позволяет качественно оценить процесс струйной гидроабразивной обработки деталей и теоретически исследовать его.

1.4. Срок службы суспензии и регенерация абразивного материала

Абразивные частицы в процессе ударного взаимодействия с обрабатываемой поверхностью изнашиваются, их рабочие грани скругляются, что приводит с течением времени к снижению общей абразивной способности. Хотя разрушение абразивных частиц при струйной гидроабразивной обработки протекает в десятки раз медленнее, чем при пескоструйной обработке, что объясняется демпфирующим действием рабочей жидкости, срок службы суспензии имеет определенные пределы. При

непрерывной обработке в зависимости от вида абразивного материала, схемы установки струйной гидроабразивной обработки и конфигурации обрабатываемых деталей срок службы суспензии составляет от 40 до 70 часов. Суспензию эксплуатируют до тех пор, пока в отстоявшейся пробе разрушенные абразивные частицы не превысят 10 % общего объема суспензии, в противном случае суспензию заменяют.

Для нормального протекания процесса струйной гидроабразивной обработки суспензия в баке установки должна быть однородной, что обеспечивается постоянным барботированием осевших на дно бака абразивных частиц.

Во избежание возврата в суспензию тех абразивных частиц, которые в результате многократных ударов по обрабатываемой поверхности разрушились и изменили свои размеры, в некоторых установках имеются расширители и эксгаустеры. В расширителях струя, отраженная от обрабатываемой поверхности, теряет скорость, и раздробленные абразивные частицы вместе с воздухом, насыщенным парами рабочей жидкости, отсасываются в фильтр. Периодически фильтр очищают и абразивные частицы сортируют для повторного использования.

При струйной гидроабразивной обработки абразивные частицы в суспензии должны быть одинаковыми, чтобы устранять следы предшествующей обработки поверхности и создавать новую однородную микрогеометрию поверхности. Только при особых видах струйной гидроабразивной обработки суспензию составляют из абразивных частиц разной зернистости. Если раздробленные частицы абразивного материала длительное время не удалять из суспензии, то эффективность струйной гидроабразивной обработки снизится.

Устройства для сортировки отработавшего абразивного материала применяют лишь в крупных установках для струйной гидроабразивной

обработки или в цехах, где работает несколько установок и где применяются дорогие сорта абразивных материалов.

1.5. Производительность процесса струйной гидроабразивной обработки

Одним из основных показателей, характеризующих эффективность любого способа обработки, является его производительность. При струйной гидроабразивной обработке производительность определяется временем, необходимым для удаления припуска заданной величины с обрабатываемой поверхности, или временем, в течение которого достигается требуемое состояние поверхностного слоя. Для количественной оценки производительности струйной гидроабразивной обработки служит величина массового съема материала в единицу времени.

Известно, что на производительность струйной гидроабразивной обработки основное влияние оказывают такие параметры, как время обработки, размер абразивных частиц, концентрация абразивных частиц в суспензии, давление эжектирующего воздуха, угол атаки частиц, длина струи, марка абразивного материала.

Абразивные частицы при столкновении с обрабатываемой поверхностью внедряются в нее и проходят некоторое расстояние, вызывая разрушение материала. В соответствующей литературе при объяснении износа поверхностей абразивными частицами в зависимости от физико-механических свойств абразивного и обрабатываемого материалов, формы абразивных частиц, отношения глубины их внедрения к радиусу округления вершин зерен, усилия разрушения и т. п. выделяются три вида износа материала :

1) упругое внедрение: в этом случае $h/r < 0,01$ (где h — глубина внедрения мм, r - радиус округления вершин зерен мм) и разрушение материала происходит в результате фрикционно-контактной усталости, близкой по природе к обычной усталости материалов;

2) полидеформационное разрушение (пластический контакт): $h/r = 0,01 \dots 0,5$;

3) микрорезание (хрупкое и вязкое разрушение): этот вид разрушения наблюдается при больших углах резания и отношениях $h/r > 0,5$. Так как абразивные частицы имеют неправильную форму и в момент удара могут быть как угодно ориентированы в пространстве, деформационные процессы, происходящие в зоне контакта, не будут постоянными даже при постоянстве таких параметров, как угол атаки, скорость и масса абразивных частиц.

Обычно макрорельеф абразивной частицы представляет собой совокупность выступов (вершин) и впадин, причем радиус округления вершин и угол при вершинах зависят от размеров частицы. Исследования отпечатков, оставленных на поверхности частицами, показали, что при малых скоростях движения частиц деформирование материала производится в основном вершинами зерен. С увеличением скорости движения размеры лунок определяются характерным размером (диаметром) частицы.

Движение частицы по поверхности сопровождается изменением условного переднего угла от 90° (начало внедрения) до 0° (внедрение на глубину, равную радиусу), причем этот угол отрицателен. Так как деформирующая часть абразивной частицы является сферической поверхностью, то можно считать, что в момент удара условные передний и задний углы, а также угол резания не будут зависеть от угла наклона оси симметрии частицы относительно поверхности.

Внедрение абразивной частицы в обрабатываемую поверхность под острым углом сопровождается возникновением крутящего момента вокруг центра тяжести частицы. При этом энергия вращения частицы при ударе составляет менее 1 % энергии ее поступательного движения. Поэтому при расчетах энергии, потерянной частицей при ударе, ее вращением можно пренебречь.

При внедрении частицы происходит в общем случае упруго -пластическое деформирование обрабатываемой поверхности, причем общая глубина внедрения будет равна сумме упругой и пластической составляющих

деформаций. На начальном этапе внедрения происходит упругое деформирование. Очаг пластической деформации зарождается при достижении максимальными напряжениями в центре площадки контакта (согласно теории Герца) критического значения. Расчеты показывают, что для большинства металлов и сплавов, применяемых в машиностроении, величина упругого внедрения на несколько порядков меньше радиуса округления вершин абразивной частицы. Поэтому, пренебрегая упругой деформацией, можно считать, что обрабатываемая поверхность представляет собой пластическое полупространство. Для анализа взаимодействия абразивной частицы с поверхностью примем следующие допущения:

- 1) абразивная частица считается абсолютно жесткой; в момент удара частица не разрушается;
- 2) частица представляет собой шар с радиусом R ;
- 3) масса обрабатываемой заготовки по сравнению с массой частицы бесконечно велика; волновыми процессами при ударе пренебрегаем;
- 4) учитываем только скольжение частицы по поверхности; вращением и возможным перекачиванием частицы при ударе пренебрегаем;
- 5) обрабатываемая поверхность представляет собой пластическое полупространство.

Косой удар жесткой абразивной частицы по пластическому полупространству описывается системой уравнений:

$$m_1 \frac{d^2 h}{d\tau^2} = N(h) \quad (6)$$

$$m_1 \frac{d^2 x}{d\tau^2} = \dots F \quad (7)$$

где m_1 - масса частицы; h - глубина внедрения мм; τ — время с; N — нормальное усилие Н; F касательное усилие Н.

Контактное взаимодействие и относительное движение соударяющихся тел в значительной степени определяются характером их поверхностей. Интегральной оценкой затрат энергии, связанных с касательным перемещением частицы, может быть коэффициент трения. Считая, что касательное усилие обусловлено только трением ($F=f(N)$) и силы трения не влияют на распределения давления на площади контакта, систему (3.1) можно записать в виде

$$\frac{dh}{d\tau} = \frac{dx}{d\tau} + C \quad (8).$$

В начальный момент времени

$$\frac{dh}{d\tau} = C_0 \sin \alpha \quad \frac{dx}{d\tau} = C_0 \cos \alpha \quad (9).$$

тогда

$$C = C_0(\sin \alpha - \cos \alpha) \quad (10).$$

откуда для траектории движения частицы получим

$$Dx = fdh \quad C_0 (f \sin \alpha - \cos \alpha) d\tau \quad (11).$$

где C_0 - скорость частицы в начальный момент удара; α — угол атаки рад.

Для определения массового съема материала воспользуемся правилом: при установившемся гидроабразивном износе отношение среднего объема (массы) удаленного при ударе одиночной частицы материала к среднему объему (массе) пластически выдавленного материала (ΔV_d) есть величина постоянная

$$k = \frac{\Delta V_k}{\Delta V_d} \dots (3.3) \quad (12).$$

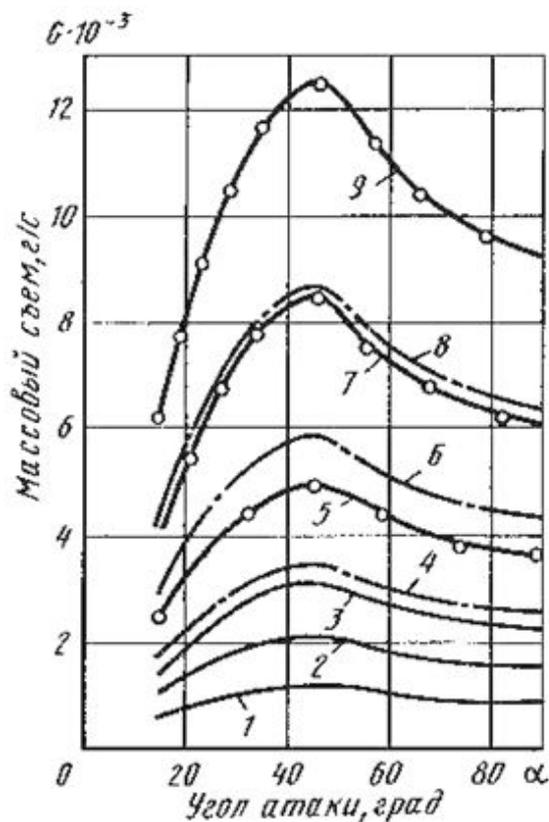
Коэффициент k , характеризующий связь между деформацией и износом, не зависит от времени обработки, скорости абразивных частиц и их концентрации в суспензии, а определяется только пластическими свойствами обрабатываемого материала и условиями деформирования (размерами

абразивных частиц). Соотношение (3.3) получено при исследовании гидроабразивного износа частицами, внедряющимися в поверхность под углом 90° . Характер деформационных повреждений поверхности при косом ударе абразивной частицы зависит от ее угла атаки, поэтому коэффициент k будет являться функцией α и R . Выражение запишем в виде

$$\Delta V_k = k_{\alpha,R} \Delta V_d \dots (3.4) \quad (13)$$

где $K_{\alpha,R}$ функция угла атаки и радиуса частицы.

Средний объем пластически выдавленного материала можно определить, если предположить, что он равен объему лунки, образовавшейся на обрабатываемой поверхности в результате удара абразивной частицы. Для определения объема лунки рассмотрим взаимодействие абразивной частицы с поверхностью. В общем случае удар абразивной частицы может быть разделен на два этапа: этап внедрения и этап вытеснения. Этап внедрения начинается в момент касания частицы с поверхностью и заканчивается, когда нормальная составляющая скорости частицы становится равной нулю ($dh/dt = 0$).



Зависимость массового съема металла от угла атаки :

Параметры обработки: $K=20\%$ $L=100\text{mm}$

При струйной гидроабразивной обработки различных материалов характер зависимостей массового съема от технологических параметров не изменяется. Это позволяет значительно сократить объем экспериментальных исследований, используя для определения массового съема металла зависимости, полученные для какого-либо конкретного материала. Для исследования группы титановых и жаропрочных сплавов может быть использована формула:

$$G = K_m \cdot G_t$$

Где G -массовый съем для требуемого материала, мм, K_m -коэффициент массового съема, зависящий от марки обрабатываемого материала G_t -массовый съем металла при обработке титановых сплавов, мм.

Зависимость массового съема металла от угла атаки носит переменный характер. С увеличением α от 15 до 45° съем металла возрастает, достигая максимума при $\alpha = 45^\circ$, затем наблюдается снижение съема, а в диапазоне 75—90 ° массовый съем изменяется не более, чем на 5...7 %. Такая зависимость сохраняется при работе с абразивными материалами разной зернистости. При увеличении угла атаки от 40 до 50° съем металла изменяется на 5...10% (при $p_a = 0,4$ МПа). Уменьшение размеров абразивных частиц и давления воздуха на входе и активное сопло приводит к некоторому расширению зоны максимального съема (до 35-55°), что имеет существенное значение при обработке криволинейных поверхностей.

1.6 ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ

Проведен аналитический анализ методов мойки деталей машин. Были рассмотрены следующие виды моек: Физико-химический способ мойки и очистки, Ультразвуковой способ мойки и очистки также механический способы очистки деталей.

Наиболее подходящий способ в условиях хлопкозавода является гидроабразивная мойка деталей. Он является более экономически выгодным за счет снижения времени на мойку деталей, снижения количества рабочих мест.

2. СЕРВИСНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Гидроабразивная очистка

Гидроабразивная очистка - струйная технология промышленной очистки, при которой несущими средами, обеспечивающими воздействие на поверхность, являются вода и абразив.

Гидроабразивную очистку можно использовать в широком спектре деятельности в целях удаления загрязнений, подготовки стальных конструкций под окрашивание: придание необходимой шероховатости, удаление окалины, ржавчины, старых лакокрасочных и других покрытий.



Рис.2.1 Процесс формирования гидроабразивной смеси частиц.

1-абразивная частица обволоченная водой; 2-столкновение абразивной частицы с обрабатываемой поверхностью; 3-образование трещины в загрязнении и проникновение воды под слой грязи; 4-поверхность с отслоённым слоем грязи.

В процессе формирования гидроабразивной смеси частицы абразива обволакиваются водой рис.2.1, что увеличивает вес гранулы и соответственно усиливает столкновение абразива с очищаемой поверхностью, обеспечивая мощный эффект отделения загрязнения от поверхности без повреждения самой поверхности за счет того, что при ударе первой контактирует водная оболочка абразива. После того, как абразивная частица при столкновении создала трещину в загрязнении, водная составляющая смеси проникает под слой загрязнения, удаляя его изнутри. Такая физика процесса не только

позволяет эффективно очистить поверхность, но и предотвратить износ элементов комплекса: сопел и шлангов.

Преимущества: качество очищенной поверхности Sa-3 (белый металл); создание любого профиля поверхности (шероховатость от 4Ra до 0,25Ra); более бережная очистка по сравнению с пескоструйной обработкой; низкие эксплуатационные затраты; применяется на пыльных и жирных поверхностях; после очистки адгезия лакокрасочных покрытий к окрашиваемой поверхности усиливается в 1,5-2 раза (краска держится гораздо дольше); возможность применения ингибиторов / пассиваторов, действие которых замедляет процесс ржавления; экологически безопасная технология.

2.2 Технологические схемы комплексов гидроабразивной очистки.

1. Гидропневмоабразивная (аэрогидроабразивная, аэрогидродинамическая) очистка, предусматривающая наличие источника сжатого воздуха.

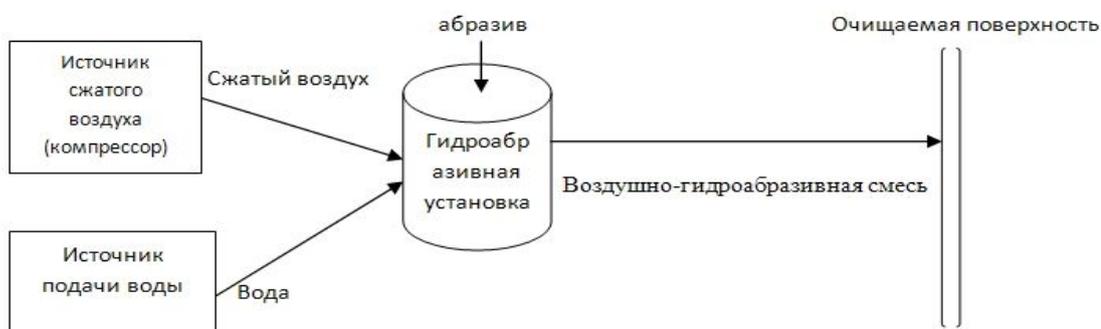


Рис 2.2

2. Гидроабразивная очистка инъекционным способом.



Рис 2.3

На поверхность под давлением направляется струя воды и частиц абразивных материалов. Струя воды придает большую скорость абразивным частицам, в результате чего создается ровный профиль поверхности, очистка металла до уровня Sa 3, шероховатость – от 5 Ra до 0,2 Ra.

2.2. схемы и конструкции струйных аппаратов

классификация и требования к струйным аппаратам

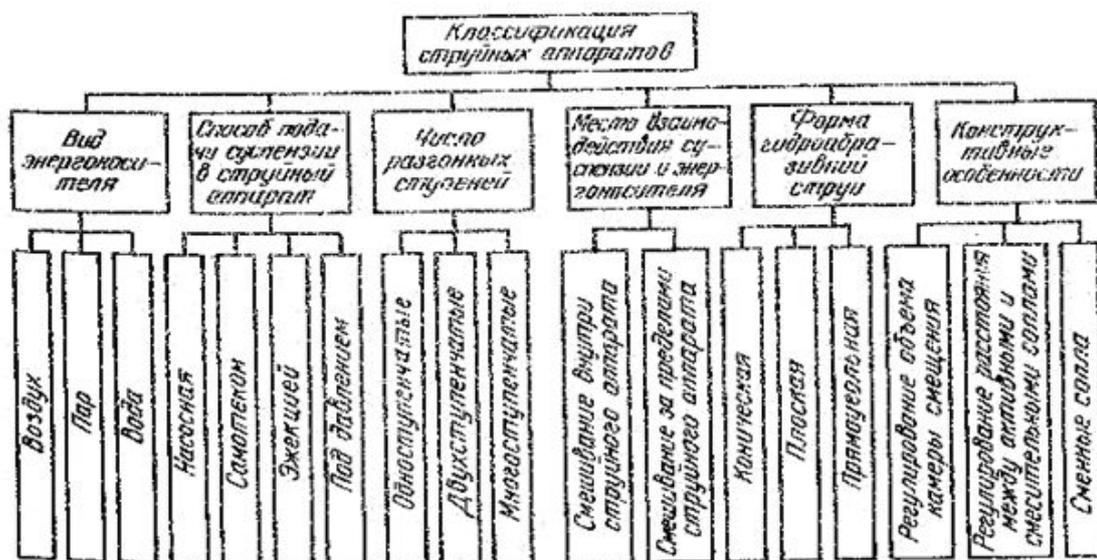


Рис 2.4 Классификация струйных аппаратов

Производительность и качество струйной гидроабразивной обработки зависят от энергетических возможностей гидроабразивной струи,

формируемой струйным аппаратом. Основными требованиями, предъявляемыми к струйным аппаратам, являются: обеспечение максимальной скорости струи при минимальном расходе энергоносителя и максимальном расходе гидроабразивной суспензии; обеспечение равномерного распределения абразивных частиц по сечению струи. Первое требование определяет производительность, а второе - качество обработки.

Число возможных схем, а также разработанных конструкций струйных аппаратов достаточно велико. На рис. 2.4 приведена классификация струйных аппаратов, разработанная в результате анализа опубликованных работ. В настоящее время при струйной гидроабразивной обработке наибольшее применение находят аппараты с принудительной насосной подачей суспензии в камеру смешения и последующим ее разгоном сжатым воздухом. Такие аппараты стабильно работают в широком диапазоне изменения давления воздуха и расхода суспензии, обеспечивая достаточно высокую производительность и качество обработки. Совершенствование струйных аппаратов ведется по нескольким направлениям: увеличение скорости гидроабразивной струи; формирование струй различной формы; уменьшение износа сопел. Эффективность работы струйного аппарата определяется его геометрическими параметрами, основными из которых являются: размеры и отношение площадей активной и смесительного сопел; расстояние между активным и смесительным соплами; длина сопел; угол сходимости смесительного сопла; размеры камеры смешения и т. д.

Скорость истечения гидроабразивной струи зависит от размеров и отношения площадей проходных сечений сопел. По данным Ш. М. Билика [3] максимальная производительность обработки наблюдается при диаметра, активного и смесительного сопел, равных 8 мм для абразивных материи лов зернистости 12...60 и 10 мм для М40 и меньше.

Разгон гидроабразивной суспензии осуществляется в смесительном сопле струйного аппарата. Длина сопла должна выбираться таким образом, чтобы

обеспечить минимальные потери энергии при разгоне, равномерное поле скоростей па выходе из сопла и заданный угол распыла струи. В литературе рекомендуется выбирать длину смесительного сопла из соотношения $l_c=(6...10)d_c$ где d_c — диаметр сопла, мм. В смесительных соплах струйных аппаратов для струйной гидроабразивной обработки происходит движение трехфазной смеси, поэтому это соотношение, полученное для одно- и двухфазных потоков, требует экспериментальной проверки. Практически во всех конструкциях струйных аппаратов предусмотрено регулирование расстояния между выходным торцом активной сопла и входным торцом смесительного сопла, что объясняется отсутствием надежных рекомендаций по выбору этого параметра.

Производительность и качество струйной гидроабразивной обработки могут быть повышены за счет применения струйных аппаратов, формирующих плоскую гидроабразивную струю. Щелевые смесительные сопла, применяемые в этих аппаратах, обеспечивают по сравнению с круглыми более равномерный сьем материала и наиболее эффективны при обработке сложнопрофильных поверхностей.

Внутренняя поверхность смесительного сопла при работе струйного аппарата подвергается интенсивному абразивному воздействию. Поэтому материалы, из которых изготавливаются сопла, должны иметь повышенную износостойкость. В настоящее время для изготовления сопел струйных аппаратов широко используются твердые сплавы и металлокерамика. Стойкость таких сопел составляет около 100 часов. В несколько раз большую стойкость имеют сопла из карбида вольфрама и карбида бора, однако их стоимость весьма высока. Уменьшить стоимость сопел можно за счет применения для их изготовления обычных конструкционных материалов с последующим нанесением на внутреннюю поверхность защитного износостойкого покрытия.

Технология изготовления сопел струйного аппарата должна обеспечивать минимальную шероховатость внутренней поверхности и правильную геометрическую форму проходных сечений. При сборке струйного аппарата должна быть обеспечена соосность активного и смесительного сопел, что позволяет уменьшить потери энергии при разгоне суспензии и повысить стойкость сопел за счет исключения одностороннего износа.

2.4 Конструкции струйных аппаратов

Струйные аппараты, формирующие струи круглого сечения

В настоящее время разработано и используется на производстве достаточно большое количество струйных аппаратов, формирующих гидроабразивную струю круглого сечения. Ниже рассмотрены наиболее часто применяемые конструкции.

На рис 2.5 представлена конструкция струйного аппарата, позволяющая изменять его геометрические параметры. На корпус 4, представляющий собой втулку с наружной резьбой, наворачиваются передний 3 и задний 7 корпуса. На переднем корпусе 3 гайкой 2 крепится смесительное сопло 1. В задний корпус 7 ввернута трубка 6, на конец которой наворачивается активное сопло 5. Трубка в корпусе 7 крепится гайкой 10. На нижнем конце трубки с помощью накидной ганки 11 крепится штуцер 12. По этому штуцеру к струйному аппарату подводится сжатый воздух. К корпусу 7 накидной гайкой 8 присоединяется штуцер 9 для подвода суспензии.

Сменные активные сопла 5 имеют диаметры выходных сечений 4...14 мм, длину в пределах 52...64 мм, что позволяет регулировать расстояние между активным и смесительным соплами. Смена активного и смесительного сопел и расстояния между ними осуществляется с малой затратой времени.

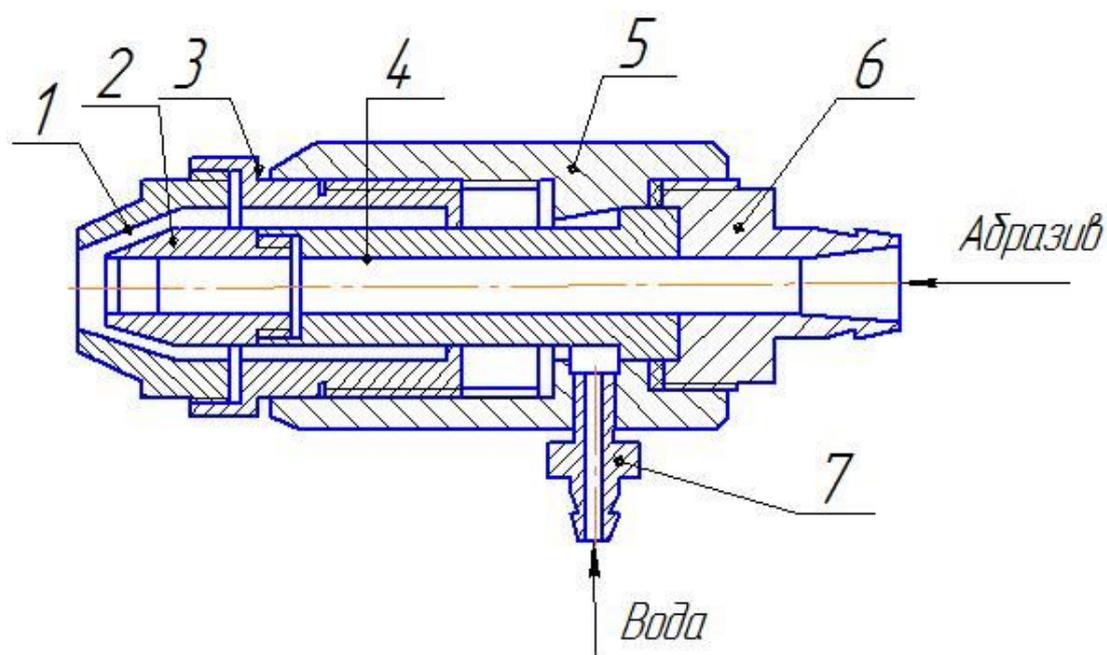


Рис 2.6 Струйный аппарат для обработки фасонных поверхностей

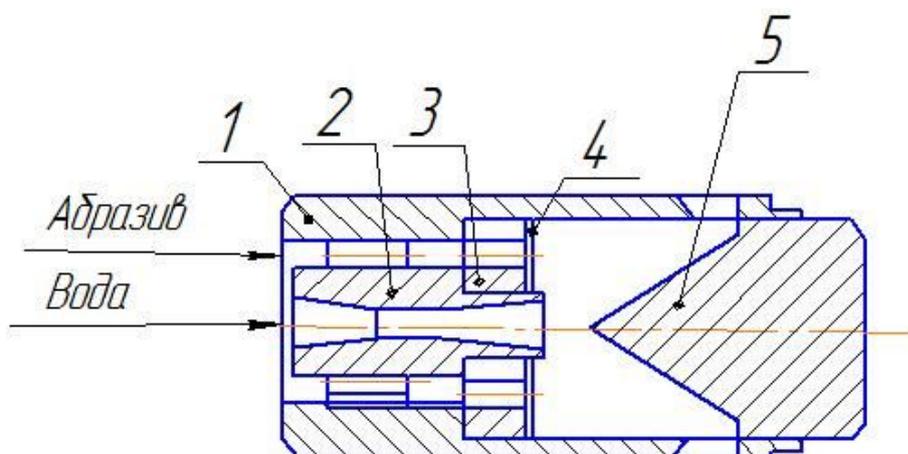


Рис 2.7 Струйный аппарат для обработки отверстий

Одним из существенных недостатков в работе струйного аппарата является абразивный износ рабочей части смесительного сопла. Для уменьшения этого недостатка используется струйный аппарат, конструкция которого представлена на рис. 2.7. Аппарат состоит из корпуса 1, втулки 2 для подачи

суспензии, срез выходного отверстия которой расположен на $1/3$ длины рабочей части смесительного сопла 5, и штуцера 3 для подвода сжатого воздуха. Во втулке 2 выполнены отверстия 4, которые равномерно расположены под острым углом к оси втулки по направлению движения абразивных частиц в непосредственной близости от среза выходного отверстия втулки.

При работе сжатый воздух через штуцер 3 подается в кольцевую щель между втулкой 2 и корпусом 1 в рабочую часть смесительного сопла 5. При обтекании втулки 2 в кольцевом потоке создается разрежение, которое способствует всасыванию абразивных частиц вместе с воздухом через отверстия 4 в рабочую часть сопла 5. Благодаря тому, что скорость в центре потока выше, чем на периферии.

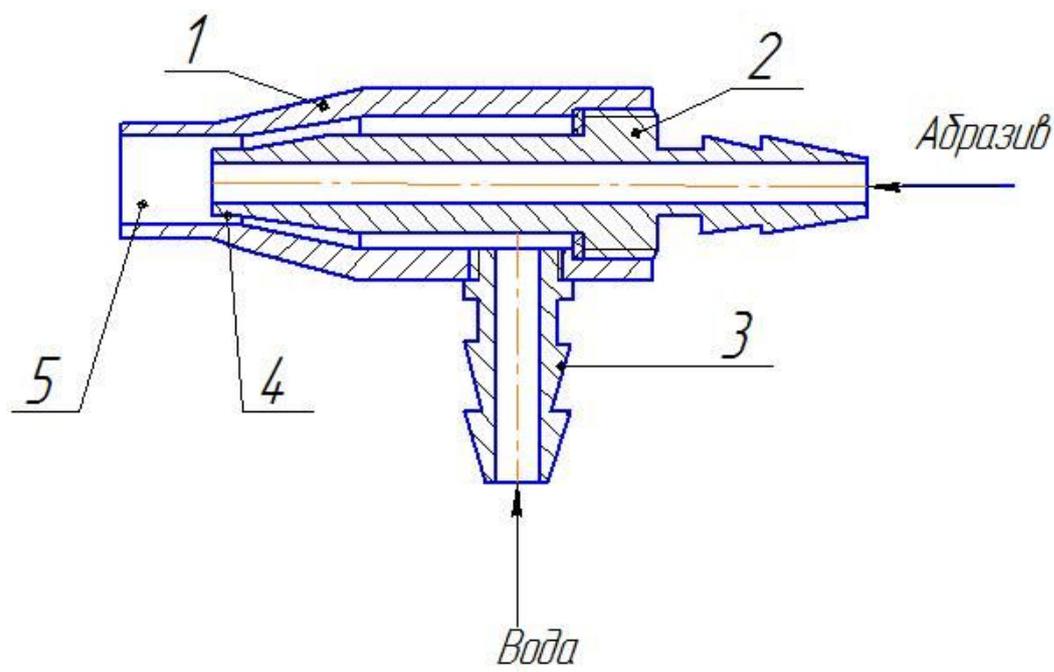


Рис 2.8 Струйный аппарат с уменьшенным износом смесительного сопла

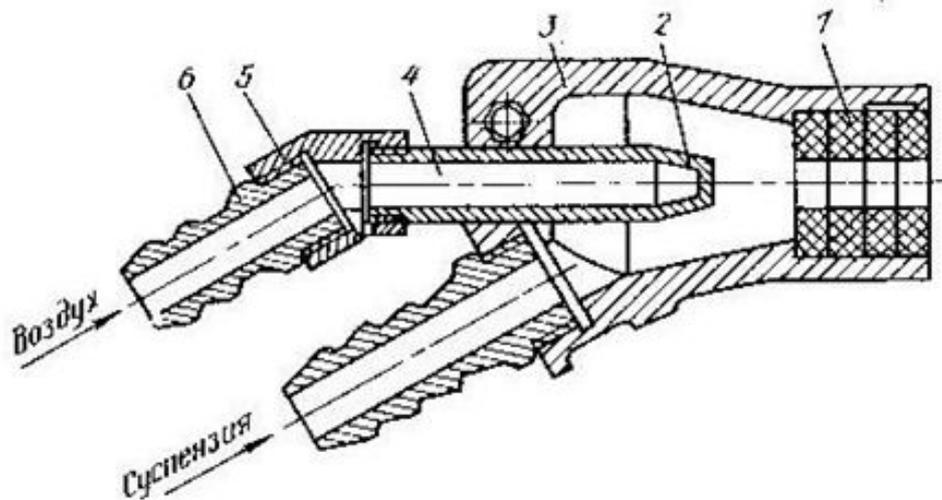


Рис 2.9 Конструкция струйного аппарата с соплом из минералокерамических колец

абразивные частицы стремятся в центр потока, поэтому он проходит рабочую часть сопла 5, не касаясь его стенок. В результате этого абразивный износ смесительного сопла 5 значительно уменьшается.

На рис. 2.9 представлена конструкция струйного аппарата с соплом из минералокерамических колец. В корпусе 3 установлено активное сопло 2, в которое через штуцер 6 и муфту 5 подводится сжатый воздух. Подвод суспензии к аппарату осуществляется через штуцер 4. Смесительное сопло выполнено в виде сменных минералокерамических колец 1, стойкость которых к абразивному износу лежит в пределах 90... 100 часов работы.

Струйный аппарат, конструкция которого представлена на рис. 2.9, позволяет повысить производительность обработки. Аппарат имеет конус 1, корпус 2, активное сопло 3, кольцо 4, стакан 5, воздухопровод 6 и штуцер для подвода суспензии 7. Корпус 2 полого цилиндра, переходящего в расширяющийся внутренний конус, соединяется

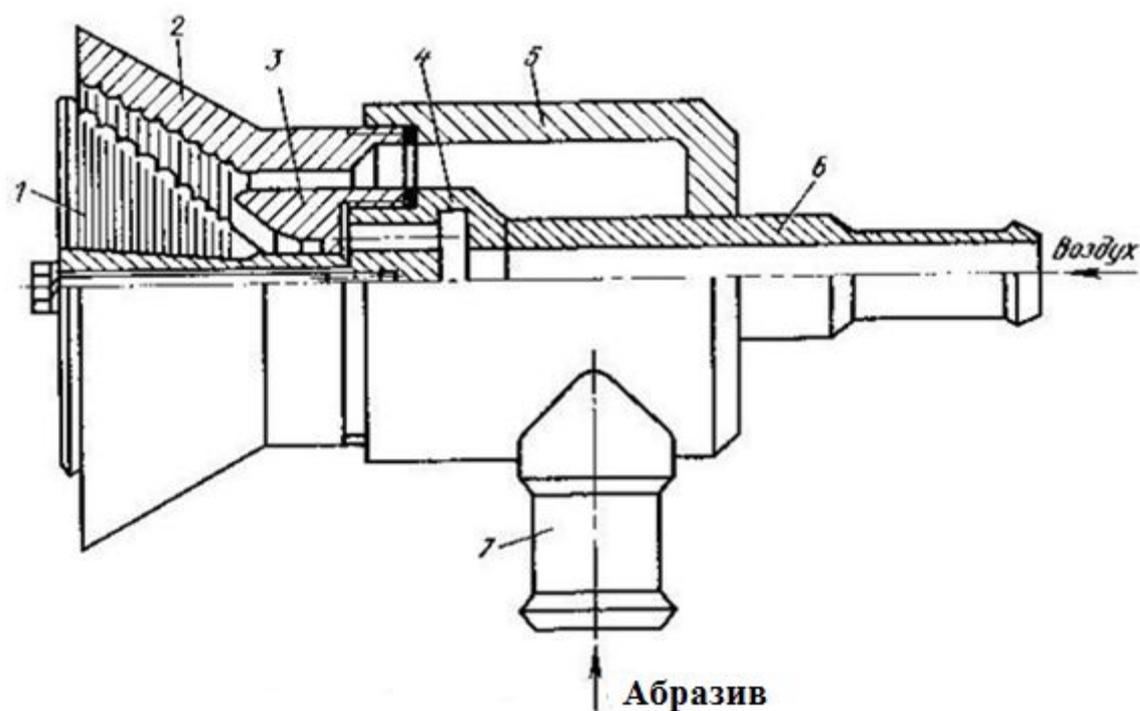


Рис 2.10 Струйный аппарат

наружной резьбой со стаканом 5. К стакану 5 приварен штуцер 7 для подвода суспензии. Через центральное отверстие доньшка стакана установлен воздухопровод 6, соединенный посредством сварки с кольцом 4. На наружную поверхность кольца навинчено активное сопло 3, а к переднему торцу кольца при помощи центрального болта крепится конус 1 таким образом, что конус 1 и коническая поверхность корпуса 2 образуют в сборе камеру смешивания и разгона суспензии, переходящую в кольцевое сопло.

Абразив штуцер 7 подается в полость, образованную стаканом 5 и воздухопроводом 6, затем по кольцевому каналу поступает в камеру смешивания и разгона. Под действием ускоренной струи

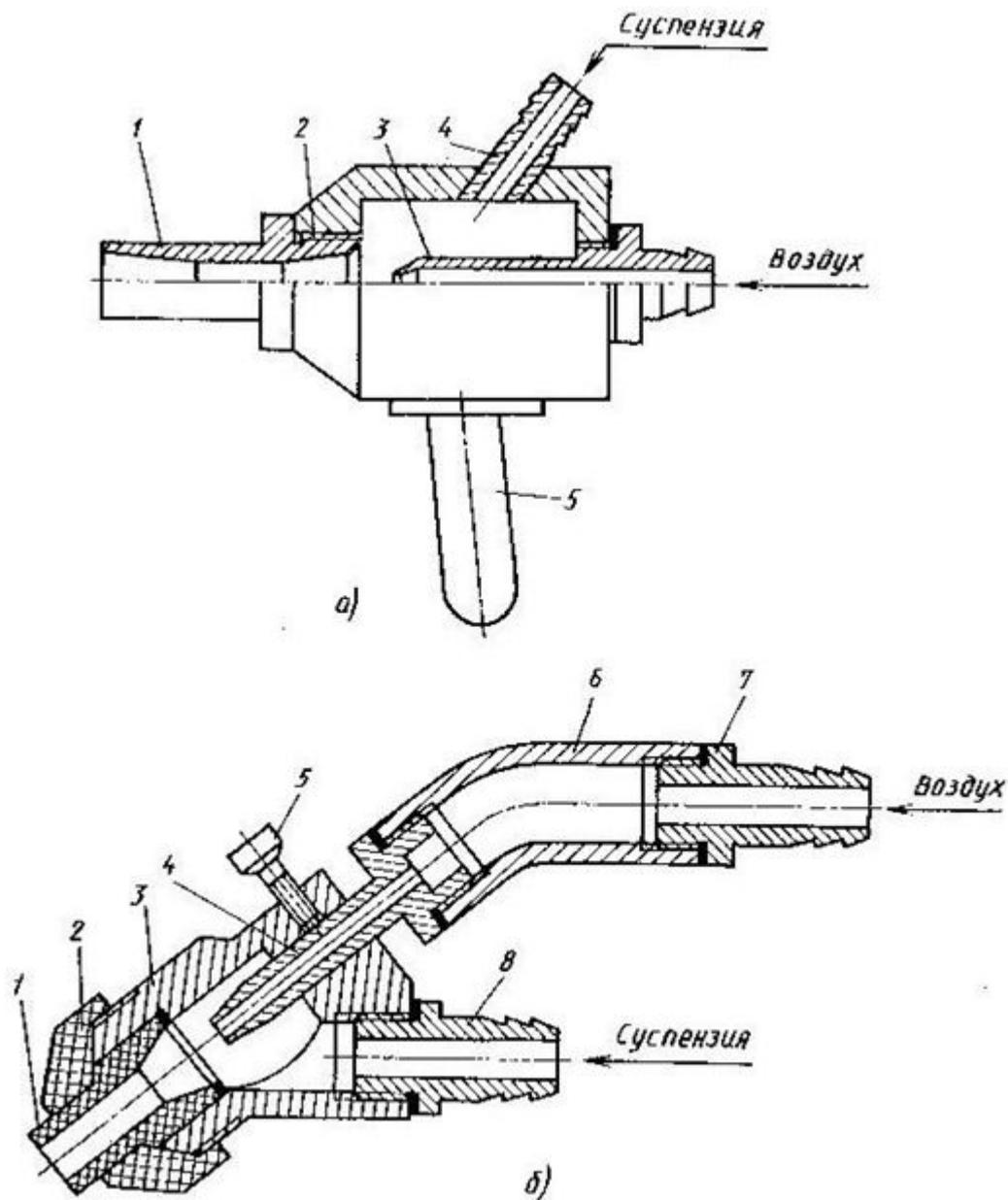


Рис 2.11 Ручные струйные аппараты:

А- с подводом воздуха и абразива под углом , Б- с параллельным подводом воздуха и абразива.

воздуха суспензия смешивается, разгоняется и выбрасывается из аппарата в виде кольцевой рабочей струи. Потoki суспензии, соприкасающиеся с поверхностями конуса и корпуса, на которых выполнены сферические выступы, подвергаются турбулентным пульсациям, т. е. пристеночные потоки отрываются от образующих поверхностей. Это явление снижает износ детали струйного аппарата и уменьшает сопротивление движению основного потока.

В производстве используется значительное количество установок, в которых применяются ручные струйные аппараты. При эксплуатации эти аппараты располагаются в рабочей камере, оператор держит их в руках и тем самым направляет струю суспензии на обрабатываемую поверхность.

На рис. 2.11 представлены конструкции типичных ручных струйных аппаратов. В корпусе 2 (рис. 2.11, а) закреплены штуцер 4 для подвода суспензии и активное сопло 3 для подачи сжатого воздуха. Смесительное сопло 1 ввинчивается в корпус по резьбе. Тем самым обеспечивается быстрая замена изнашиваемого сопла. К корпусу прикреплена ручка 5, необходимая для эксплуатации струйного аппарата.

В аппарате, показанном на рис. 2.11, б, в отличие от ранее описанной конструкции воздух и суспензия в смесительное сопло поступают параллельными потоками. В корпусе 3 закреплены активное сопло 4 и штуцер 5 для подвода суспензии. Для регулировки положения активного сопла относительно смесительного используется винт 5. Смесительное сопло 1 закрепляется в корпусе 3 резиновой крышкой 2, что позволяет осуществлять быструю замену сопла. Сжатый воздух подается в струйный аппарат через штуцер 7 и муфту 6. При работе на штуцеры устанавливаются шланги, держась за которые, оператор направляет струю на обрабатываемую заготовку.

2.5 Разработка гидроабразивной насадки на стандартный насос высокого давления давления К 7 Premium

Нами разработана гидроабразивная насадка для стандартного насоса высокого давления. Спроектированная насадка позволяет засасывать абразивные частицы за счет инжекции, через шлангопровод который опущен в бункер с абразивным материалом. Минимойка высокого давления К 7 Premium впечатляет превосходным оснащением, в которое входят двигатель водяного охлаждения, барабан для удобного хранения шланга, пистолет с разъемом Quick Connect, 10-метровый резиновый шланг высоко- го давления,

водяной фильтр, струйная трубка Vario Power, грязевая фреза и практичная система Plug 'n' Clean, которая позволяет заменять чистящее средство буквально одним движением руки. Мойка прекрасно подходит для очистки сильно загрязненных садовых дорожек, стенок бассейнов, автомобилей или велосипедов. Мойка оснащена практичным барабаном для сматывания шланга. Принадлежности размещаются на корпусе аппарата и всегда готовы к применению

Оснащение

- Адаптер подключения к садовому шлангу А3/4 дюйма
- Грязевая фреза
- Шланг высокого давления, 6 м
- Насадка Vario Power
- Интегрированный фильтр тонкой очистки воды
- Система Quick Connect на аппарате



Рис 2.12 Минимойка высокого давления К 7 Premium

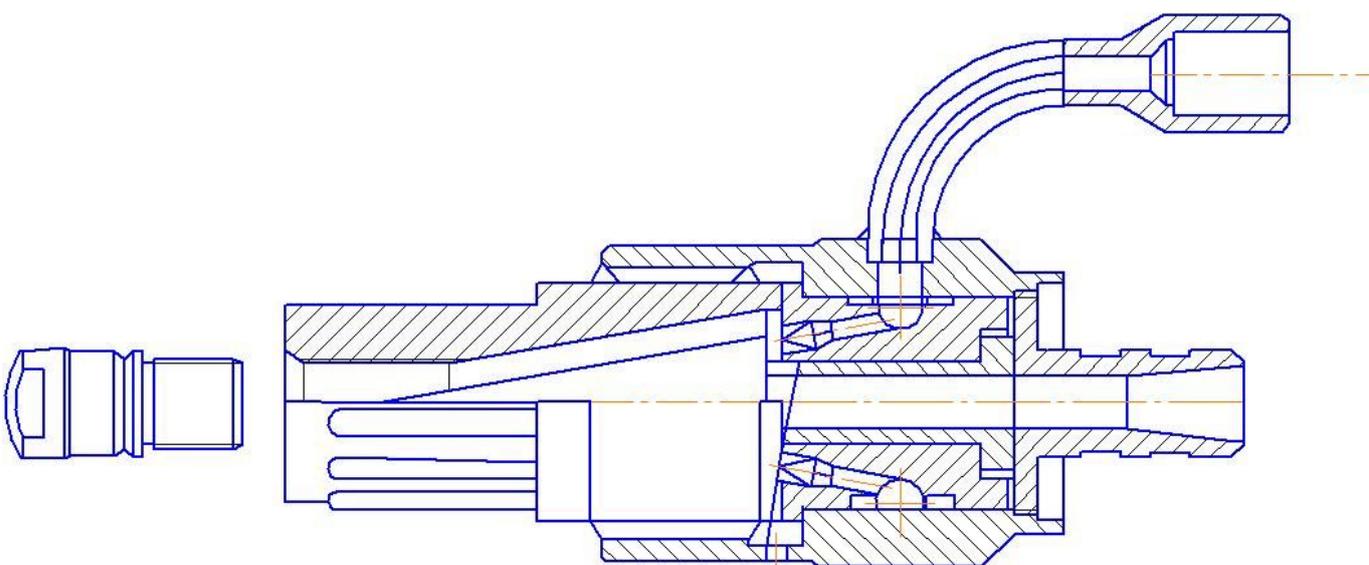


Рис 2.13 Гидроабразивная насадка.

Технические характеристики

Давление (бар/МПа)	20 - bis zu 130 / 2 - bis zu 13
Производительность (л/ч)	max. 420
Макс. температура на входе (°C)	40
Напряжение (В)	230
Потребляемая мощность (кВ)	1.8
Вес без аксессуаров (кг)	11.8
Габариты (длина x ширина x высота) (мм)	300 x 394 x 876

2.6 ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ

Практика показала, что многие ручные слесарно-зачистные операции и слесарно-полировальные операции могут быть успешно заменены высокоэффективной механизированное или автоматизированной струйной гидроабразивной обработкой. Этот метод обработки обладает высокими технологическими возможностями, он может использоваться для различных видов обработки, например, для: скругления острых кромок и сопряженных радиусов; полировки и шлифовки сложных поверхностей; удаления заусенцев и зачистки сварных швов; снятия со всей поверхности или локально дефектного слоя; подготовки поверхности под покрытие; снятия небольшого припуска с целью снижения шероховатости поверхности; удаления оксидных пленок, нагара, различных повреждений с поверхностями деталей. При этом обеспечивается высокая производительность и хорошее качество поверхностного слоя.

Техника безопасности

3.1 Средства защиты оператора

Выполнение работ по струйной очистке может быть очень опасным для плохо обученного и плохо оснащённого оператора. Струйный аппарат образует мощный поток острых частиц, которые, помимо очистки поверхности, создают облако токсичной пыли. Для предотвращения травм и заболеваний абсолютно необходимо использовать персональное защитное оборудование.

3.2 Риски, связанные с абразивоструйной обработкой

При проведении абразивоструйных работ источниками риска являются вода под высоким давлением, вылетающие из сопла абразивные частицы, примеси в воздухе для дыхания, токсичная пыль от размельчённого абразивного материала и покрытия, громкий шум от сопла и двигателя компрессора; переключатели и оборудование, о которые можно получить травму на рабочем месте, а также другие факторы.

Техника безопасности на объекте не должна основываться исключительно на информации, приведённой в данной книге. В связи с изменением технологии следует использовать самые современные средства защиты и внимательно следовать руководству по их применению.

Пыль от удаляемого покрытия может содержать свинец, который очень опасен для оператора и других людей, находящихся вблизи. Зачастую обрабатываемые конструкции имеют несколько слоев неизвестных, потенциально токсичных покрытий. Поэтому находящиеся на объекте и рядом с ним люди должны носить разрешённые к применению респираторы.

Свинцовая пыль должна быть удалена с кожи и одежды перед приемом пищи или перерывом на отдых, а также до того, как работники покинут объект. При вдыхании или поглощении свинцовая пыль может привести к нарушениям работы головного мозга, бесплодию, повышению кровяного давления и другим заболеваниям.

Наиболее опасными для дыхательной системы являются мелкие, легко вдыхаемые частицы пыли. Они висят в воздухе, пока не осядут на землю или

пока не будут удалены с объекта через вытяжные вентиляторы. Взвешенная пыль появляется при загрузке и выгрузке абразива, снятии одежды и других действиях до или после струйных работ. Хотя рабочие защищены шлемами с автономной подачей воздуха, они могут быть незащищены перед опасным уровнем концентрации невидимой пыли, когда шлем снят.

Персоналу без средств защиты необходимо закрыть доступ в место проведения струйных работ и ближайшую зону. Размер зоны абразивоструйных работ определяется ответственными за технику безопасности при проведении мониторинга атмосферной пыли. Он зависит от погодных условий, влажности, направления и скорости ветра, состава абразивного материала, типа удаляемого покрытия и других факторов. Периодически требуется проводить исследование атмосферы и корректировать размер зоны.

В закрытых пространствах, таких как резервуары и помещения, весь персонал всегда должен носить разрешённые к применению средства защиты дыхания. Закрытые пространства необходимо вентилировать, чтобы обеспечить достаточный объём свежего воздуха и вытяжку пыли.

Не используйте кварцевый песок для струйных работ, особенно в закрытых помещениях, поскольку в результате его использования появляется вредная для здоровья пыль.

Работодатель должен предоставить защитную одежду и оборудование для удаления загрязнений и следить за их использованием. Также работодатели должны проводить обучение своих сотрудников, даже когда это означает чтение инструкций безграмотным рабочим и перевод руководств на иностранный язык.

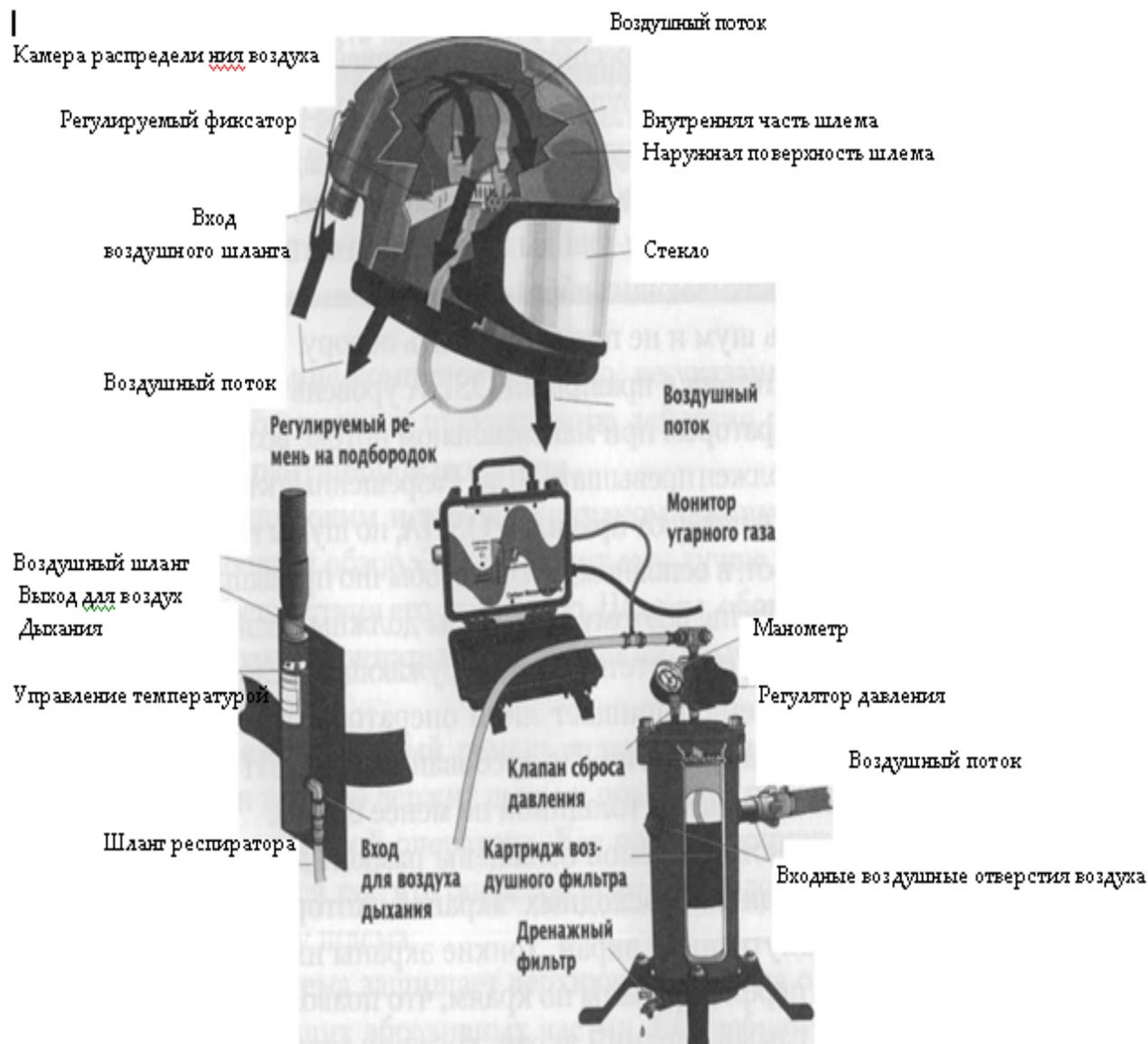


Рис. 3.1 . Защита дыхания операторов абразивоструйной очистки
Шлемы с подачей воздуха

В области абразивоструйной обработки шлемы с подачей воздуха представляют собой респираторы с непрерывной подачей воздуха. На объектах, где концентрация токсичных веществ превышает уровень защиты, обеспечиваемой респиратором с непрерывной подачей воздуха, требуется, чтобы каждый оператор дополнительно использовал респиратор отрицательного давления (который крепится на лицо оператора внутри специального респиратора с подачей воздуха). Во избежание путаницы мы будем называть все респираторы «шлемами с подачей воздуха», или иногда просто «шлемами».

Шлем с подачей воздуха должен обеспечить оператора воздухом, пригодным для дыхания, защитить его лицо и голову от отскакивающих абразивных частиц и ударов, а также приглушать шум и не препятствовать обзору.

Износоустойчивая накидка защищает оператора от отскакивающих абразивных частиц и предотвращает попадание пыли и абразива под шлем и костюм. При признаках износа накидки её следует заменить, особенно при появлении дыр около мест подсоединения к шлему. В случае наличия дыр в этой зоне пыль может попасть в шлем. При покупке новой накидки убедитесь, что метод её крепления подходит вашему шлему

Струйная очистка с использованием абразивов представляет огромный риск для здоровья работников. Несмотря на то, что многие из используемых материалов при струйной очистке безопасны сами по себе (стальная дробь и песок, купершлак, гранат и т.д.) пыль, образующаяся во время работ представляет огромную опасность для здоровья как оператора, так и персонала находящегося в рабочей зоне и может привести к серьёзным профессиональным заболеваниям (силикоз). Оператору нужно защищать органы дыхания, слуха, глаза, кожу. Абразивные частицы разгоняются до скорости более 650 км/час, и при не должном обращении, могут нанести травму рабочему персоналу. Если при такой скорости абразивный поток случайно заденет человека, то это может привести к серьёзным телесным повреждениям или даже смерти. Работы по струйной очистке достаточно шумный процесс. Рабочий шум являлся постоянной опасностью для работников, занятых в сфере антикоррозионной защиты и ассоциировался только с ухудшением слуха. Современные понятия охраны труда рассматривают шум как угрозу безопасности и здоровью работников по различным причинам. Шум может привести не только к нарушениям слуха (в случае постоянного нахождения при шуме более 85 децибел(dB)), но может быть фактором стресса и повысить систолическое кровяное давление.

Струйная очистка является работой в атмосфере, в которой концентрация вредных газов и пыли опасна для жизни и здоровья.

В качестве средств индивидуальной защиты необходимо применять соответствующую обувь, Специальный костюм абразивоструйщика, кожаные перчатки, пескоструйный шлем с принудительной подачей чистого воздуха. Чтобы предотвратить попадание загрязнённого воздуха в органы дыхания, СИЗОД (средства индивидуальной защиты органов дыхания) должно отделить рабочего от окружающей загрязнённой атмосферы и обеспечить сотрудника чистым или очищенным воздухом, пригодным для дыхания, для этого используют внешний источник чистого воздуха с подачей по шлангу. При этом срок службы пескоструйного шлема может быть продлен за счет ремонта и соответствующего ухода.

3.3 Защита от шума

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые, указанные в разд. 2: разработкой шумобезопасной техники;

применением средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029;

применением средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051.

Примечание. Строительно-акустические мероприятия, предусматриваемые при проектировании предприятий, зданий и сооружений различного назначения, — по нормативно-техническим документам, утвержденным или согласованным с Госстроем.

Зоны с уровнем звука или эквивалентным уровнем звука выше 80 дБ А должны быть обозначены знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026.

Работающих в этих зонах администрация обязана снабжать средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051.

На предприятиях, в организациях и учреждениях должен быть обеспечен контроль уровней шума на рабочих местах не реже одного раза в год.

3.3 Требования к шумовым характеристикам машин

В стандартах и (или) технических условиях на машины должны быть установлены предельные значения шумовых характеристик этих машин.

Шумовую характеристику следует выбирать из числа предусмотренных ГОСТ 23941.

Значения предельно допустимых шумовых характеристик машин следует устанавливать исходя из требований обеспечения на рабочих местах допустимых уровней шума в соответствии с основным назначением машины и требованиями разд. 2 настоящего стандарта. Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик стационарных машин — по ГОСТ 12.1.023.

Если значения шумовых характеристик машин, соответствующих лучшим мировым достижениям аналогичной техники, превышают значения, установленные в соответствии с требованиями п. 4.3 настоящего стандарта, то в стандартах и (или) технических условиях на машины допускается устанавливать согласованные в установленном порядке технически достижимые значения шумовых характеристик этих машин.

Технически достижимые значения шумовых характеристик машин должны быть обоснованы:

результатами измерения шумовых характеристик представительного числа машин одним из методов по ГОСТ 23941;

данными о шумовых характеристиках лучших моделей аналогичных машин, выпускаемых за рубежом;

анализом методов и средств снижения шума, используемых в машине;

наличием разработанных средств защиты от шума до уровней, установленных п. 2.3, и включением их в нормативно-техническую документацию на машину;

планом мероприятий по снижению шума до уровня, соответствующего требованиям п. 4.3 настоящего стандарта.

Шумовые характеристики машин или предельные значения шумовых характеристик должны быть указаны в паспорте на них, руководстве (инструкции) по эксплуатации или другой сопроводительной документации.

3. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ НОВОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

На сегодняшний день в Узбекистане развитие сферы промышленного производства и сервиса является самой приоритетной из всех поставленных задач. Для решения этой задачи в Узбекистане созданы все условия. Повышение темпов роста в сфере сервиса тесно связано с программой реформирования и модернизации страны. Благодаря эффективности и качественной работе, предприятие обеспечивает свою экономическую устойчивость и конкурентоспособность на рынке, улучшает свой имидж и укрепляет партнерские связи и улучшает экономическое и социальное положение работников. Следовательно, поиск путей повышения эффективности производства, правильное соизмерение затрат и результатов является важной задачей каждого предприятия.

Экономика Узбекистана является составной частью мирового экономического пространства и интегрирована в глобальную финансово-экономическую систему. Последствия финансово-экономического кризиса затрагивают все государства, однако Республика Узбекистан успешно противостоит кризисным явлениям благодаря грамотной стратегии, политической воли, готовности государства, как главного реформатора, взять на себя ответственность. Экономические результаты свидетельствуют о правильности выбранного пути. Как отметил Президент Республики Узбекистан И.А. Каримов в докладе на заседании Кабинета Министров, посвящённом итогам социально-экономического развития страны в 2014 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2015 год: «несмотря на сохраняющиеся серьёзные проблемы в глобальной экономике Узбекистан в 2014 году продолжил устойчивыми темпами развивать экономику, обеспечил стабильный рост уровня жизни населения, упрочил позиции на мировом рынке». Рост валового внутреннего продукта в 2014 году составил 8,1% и поддерживался мерами макроэкономической сбалансированности,

обеспечившие снижение уровня инфляции до 6,1%, достижение профицита государственного бюджета на уровне 0,2% к ВВП и положительное сальдо внешнеторгового оборота в размере 180 млн. долл. По итогам 2014 года объемы производства промышленной продукции выросли– на 8,3 процента, сельского хозяйства– на 6,9 процентов, строительных работ– на 18,3 процента, розничного товарооборота– на 14,3 процента, услуг– на 15,4 процента. В рамках реализации мер по повышению конкурентоспособности отраслей с начала года на крупных предприятиях осуществлена замена 2 770 единиц морально и физически изношенного оборудования на сумму в эквиваленте 184,5 миллиона долларов. В результате мер по технологическому обновлению предприятий, благодаря рационализации производственных процессов и снижению норм расхода сырья и материалов, за 2014 год себестоимость производимой продукции на крупных промышленных предприятиях снижена в среднем на 9,2 процента, производительность труда в целом в промышленности выросла на 6,6 процента. (Об итогах социально-экономического развития Республики Узбекистан за 2014 год).

В современных условиях коренным вопросом деятельности любого предприятия является эффективность производства, которая характеризует хозяйственную целесообразность принимаемых решений и определяется соотношением полученной прибыли к затратам. Повышение эффективности производства способствует развитию экономики Узбекистана.

Одним из важных факторов эффективности производственной деятельности предприятия был и остается научно-технический прогресс. Практически он осуществляется следующими путями:

- автоматизация и комплексная механизация производства и труда;
- внедрение новых видов приспособлений и более экономичного оборудования;
- освоение и широкое применение прогрессивных технологий;
- научная организация производства и труда.

Повышение эффективности производства связано со следующими факторами:

- оптимальным выбором производственного процесса, обеспечивающего максимальный объем производства при минимуме затрат, при высоком качестве продукции;
- реализацией продукции, направленной на удовлетворение спроса и получение высокой прибыли;
- создание оптимальных производственных запасов, обеспечивающих экономию оборотных средств.

К основным показателям эффективности внедрения новой техники относятся следующие:

- 1) годовой экономический эффект от внедрения новой техники;
- 2) эффективность единовременных затрат на создание новой техники;
- 3) срок окупаемости единовременных затрат на создание новой техники.

Экономический эффект может быть определён как разница приведенных затрат до внедрения и после внедрения новой техники.

Если внедряется новая техника вместо старой, то разница приведенных затрат определяется между затратами новой и старой техники.

Затраты при внедряемой новой технологии включают:

- текущие материальные затраты;
- единовременные затраты на создание новой техники.

Для определения экономического эффекта внедрения новой техники необходимо сравнить приведенные затраты базового и предлагаемого варианта.

В текстильной промышленности при обслуживании машин необходимо обеспечить надежность и долговечность деталей. Для этого в моей выпускной квалификационной работе предлагается на машиностроительной фирме «ENVER» внедрение приспособления – гидроабразивной насадки для очистки деталей. Это приспособление обеспечит повышенный срок службы деталей,

снижение простоев технологического оборудования, сокращение количества рабочих и высокий уровень производительности труда.

Ниже приводится расчет ожидаемой экономической эффективности от применения данного приспособления в текстильной промышленности. В качестве критерия оценки экономической эффективности принимается годовой экономический эффект, который определяется по следующей формуле:

$$(1) \quad \mathcal{E} = Z_1 \cdot \frac{B_1}{B_2} + \frac{(И1-И2)-E_n \cdot (K1-K2)}{P2+E_n} - Z_2,$$

где: Z_1 и Z_2 - приведенные затраты соответственно базового и предлагаемого средства труда;

$\frac{B_1}{B_2}$ - коэффициент учета роста производительности труда

по сравнению с базовым, принимаем равным 1,10, обозначающий 10% рост производительности труда;

$P2 + E_n$ - коэффициент реновации, принимаем равным 0,64;

E_n - нормативный коэффициент эффективности равный 0,15;

$\frac{(И1-И2)-E_n \cdot (K2-K1)}{P2+E_n}$ - экономия потребителя на текущих издержках и отчислениях от капитальных вложений за срок службы предлагаемого средства труда по сравнению с базовым;

$K1$ и $K2$ - сопутствующие капитальные вложения;

И1 и И2 - годовые эксплуатационные издержки потребителя при использовании базового и предлагаемого средства труда.

В таблице №1__ приведены основные технико-экономические показатели работы приспособления, которые являются исходными данными для расчета экономической эффективности.

Исходные данные для расчета экономической эффективности.

Таблица №_1_

Наименование показателей	Единицы измерения	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
1. Стоимость приспособления	тыс. сум	60	400
2. Потребляемая электроэнергия	кВт/час	0	0
3. Размер амортизационных отчислений, в том числе:	%	15	15
- на капитальный ремонт	%	7,4	7,4
- на полное восстановление	%	7,6	7,6
4. Производительное время работы оборудования	час	3244	3244
5. Стоимость 1 кВт/час электроэнергии	сум	144	144
6. Коэффициент спроса		0,64	0,64
7. Размер отчислений на текущий ремонт	%	5,0	5,0
8. Затраты на транспортировку и монтаж	%	10,0	10,0

В следующих таблицах определяется значение показателей, необходимых для определения экономического эффекта.

Определение приведенных затрат на изготовление базового
и предлагаемого оборудования.

Таблица №_2__

№	Наименование показателей	Единицы измерения	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
1.	Стоимость приспособления	тыс.сум	40	70
2.	Норматив рентабельности оборудования	%	10,7	10,7
3.	Себестоимость приспособления	тыс.сум	36	63
4.	Затраты по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам	тыс.сум	-	24
5.	Удельные капитальные вложения	сум	0,79	0,79
6.	Капитальные вложения в производственные фонды по изготовлению приспособления	тыс.сум	28	49
7.	Приведенные затраты по изготовлению приспособления (З ₁ и З ₂)	тыс.сум	104	206

Определение годовых издержек потребителя при использовании
базовой и новой техники.

Таблица № 3

№	Наименование показателей	Единицы измерения	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
	Стоимость оборудования	тыс.сум	104	206
1.	Амортизационные отчисления на капитальный ремонт (7,4% от стоимости оборудования с учетом затраты на транспортировку и монтаж) $104*1,1*0,074$ $206*1,1*0,074$	тыс.сум	8	17
2.	Отчисления на текущий ремонт (5% от стоимости оборудования) $104 * 0,05$ $206 * 0,05$	тыс.сум	5	10
3.	За траты на электроэнергию 0 $*144$ $0 *144$	тыс.сум	0	0
4.	Количество рабочих (разряд 3-й)	чел.	2	1
5.	Затраты по заработной плате	тыс.сум	15442	7721
6.	Затраты на социальное страхование (24%)	тыс.сум	3706	1853
	Итого: И1 и И2	тыс.сум	19265	9807

Сопутствующие капитальные вложения рассчитываются следующим образом:

Базисный вариант: $K1 = 19265 * 1,1 = 21192$ тысяч сум.

Предлагаемый вариант: $K2 = 9807 * 1,1 = 10788$ тысяч сум.

Зарботная плата одного рабочего 3-го разряда рассчитывается согласно тарифной сетке по формуле: $Z_{п} = T_{ст} / T * ПВ$,

где: $T_{ст}$ – месячная тарифная ставка рабочего 3-го разряда (в тыс.сум);

T – количество рабочих часов в месяц ;

$ПВ$ – производительное время за год (в часах).

Тогда, подставляя данные в формулу, определим годовую заработную плату рабочих:

Базисный вариант: $Z_{п} = 400 / 168 * 3244 * 2 = 15442$ тыс.сум.

Предлагаемый вариант: $Z_{п} = 400 / 168 * 3244 * 1 = 7721$ тыс.сум.

Определяем Затраты на социальное страхование (24% от годовой заработной платы рабочих):

Базисный вариант: $15442 * 24 / 100 = 3706$ тыс.сум.

Предлагаемый вариант $7721 * 24 / 100 = 1853$ тыс.сум.

Подставляя цифровые значения в формулу (1) рассчитаем экономический эффект от применения приспособления:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= 104 * 1,10 + \frac{(19265 - 9807) - 0,15 \cdot (21192 - 10788)}{0,64} - 206 = \\ &= 114 + 12341 - 206 = 12249 \text{ тыс. сум.} \end{aligned}$$

Таким образом, экономия за счет применения нового приспособления при обслуживании машин за счет снижения простоев технологического оборудования и высокой производительности труда составит свыше 12 миллионов сум в год.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Проведен аналитический анализ методов мойки деталей машин. Были рассмотрены следующие виды моек: **физико-химический способ** мойки и очистки, **ультразвуковой способ** мойки и очистки также механический способ очистки деталей.

Наиболее подходящий способ в условиях хлопкозавода является гидроабразивная мойка деталей. Он является более экономически выгодным за счет снижения времени на мойку деталей, снижения количества рабочих мест. Практика показала, что многие ручные слесарно-зачистные операции и слесарно-полировальные операции могут быть успешно заменены высокоэффективной механизированной или автоматизированной струйной гидроабразивной обработкой. Этот метод обработки обладает высокими технологическими возможностями, он может использоваться не только для мойки и чистки деталей машин при сервисном обслуживании но и для различных видов обработки, например, для: округления острых кромок и сопряженных радиусов; полировки и шлифовки сложных поверхностей; удаления заусенцев и зачистки сварных швов; снятия со всей поверхности или локально дефектного слоя; подготовки поверхности под покрытие; снятия небольшого припуска с целью снижения шероховатости поверхности; удаления оксидных пленок, нагара, различных повреждений с поверхностей деталей. При этом обеспечивается высокая производительность и хорошее качество поверхностного слоя.

В части по охране труда и экологии представлены техника безопасности и средства защиты при эксплуатации гидроабразивной установки для чистки и мойки машин. Проведя экономические расчеты пришли к выводу, что, экономия за счет применения нового приспособления при обслуживании машин за счет снижения простоев технологического оборудования и высокой производительности труда составит свыше 12 миллионов сум в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов И.А. Доклад Президента Республики Узбекистан на заседании Кабинета Министров Республики Узбекистан, по итогам социально-экономического развития республики в 2014 году и важнейшим приоритетам устойчивого развития экономики в 2015 году. *Источник:* Газета «Правда востока» от 19 января 2015г.
2. В. А. Летенко и Л. А. Радушинский. Организация, планирование и управление производством на предприятиях текстильного машиностроения. Москва, «Машиностроение», 1991г.
3. В. Г. Матвеев Основы экономических знаний. Ташкент, «Шарк», 1998г.
4. Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе.
5. Издательский дом «Оригами» Бластинг.
гид по высокоэффективной абразивоструйной очистке Екатеринбург 2007
6. Биргер И. Л. и др. Конструктивная прочность материалов и деталей газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение. 1981.
7. Бородин В. В. Определение эффективных областей применения технологических процессов изготовления лопаток компрессора ГТД. М.: НИИМАШ 1983. № 2.
8. Виноградов В. Н., Сорокин Г. М., Албаганчев А. Ю. Изнашивание при ударе. М.: Машиностроение. 1982.
9. Второв Е. Л., Мещеряков А. В., Беляев М. А., Шманев В. Л. Повышение технологической надежности деталей ГТД за счет внедрении гидроабразивной обработки на окончательных операциях изготовления // Материалы IX Всесоюзной научно-технической конференции «Конструкционная прочность двигателей». Куйбышев. 1983.
10. Второв Е. Л., Мещеряков Л. В., Никифоров В. Г. Влияние режимов и схем гидроабразивной обработки образцов и лопаток ГТД на титановых и жаропрочных сплином на производительности и качество поверхности //

Прогрессивные методы в технологии производства авиадвигателей.
Куйбышев: КуАИ. 1984..

11. Второв Е. Л., Мещеряков А. В., Попов Л. С, Никифоров В. Г. Влияние режимов гидроабразивной обработки жаропрочных и титановых сплавов на производительность и шероховатость//Прогрессивные методы проектирования технологических процессов и производства двигателей летательных аппаратов. Куйбышев: КуАИ. 1983.

12. Дейч М. Е., Филиппов Г. Л. Газодинамика двухфазных сред. М.: Энергоиздат. 1981.

13. Икрамов У. А. Расчетные методы оценки абразивного износа. М.: Машиностроение.1987.

14. Кащеев В. Н. Процессы в зоне фрикционного контакта металлов. М.: Машиностроение.1978.

15. Колымцев П. Т. Жаростойкие диффузионные покрытия. М.: Металлургия.1979.

16. Кононов В. К. Определение поверхностных напряжений с применением электронного автоматического самопишущего потенциометра ЭПП-09М // Высокоэффективные методы механической обработки жаропрочных и титановых сплавов. Куйбышев; КуАИ. 1981.

12. Костенецкий Б. И. Износостойкость металлов. М.: Машиностроение. 1980.

17. Кошелев А. А., Эйзнер Л. А. Технологии и оборудование для автоматизированной гидроабразивной обработки деталей // Автоматизация технологических процессов в области машиностроения для животноводства и кормопроизводства. Ростов-на-Дону: НИИТМ. 1981.

18. Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение. 1977.

19. Мартынов А. И. Основы метода обработки деталей свободным абразивом, уплотненным инерционными силами. Саратов: Издательство Саратовского ун-та. 1981.

20. Мещеряков А. В., Второв Е. А., Никифоров В. Г. К вопросу о выборе геометрических параметров струйно-абразивного аппарата //Совершенствование технологических процессов изготовления и сборки авиадвигателей. Куйбышев: КуАИ. 1988.

Интернет сайты.

1. <http://Строй-техника.ру>

Строительные машины и оборудования.

2. <http://Mehanik.ru/gidroshous>.

3. <http://yandex.ru/gidroabraziv/navigator-po-lente/detail.php?ID=3928>

4. <http://4ertim.ru/gidroabraziv/ /detail.php?ID=8976>

Приложение



Рис 1 Мойка настольная карчер