



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

## **ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**

**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**

УТВЕРЖДАЮ

зав. кафедрой «РПиР»

\_\_\_\_\_ М.В.Кравцова  
(подпись) (И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

### **ЗАДАНИЕ**

**на бакалаврскую работу**

Студент: Дегтярь Юлия Сергеевна

1. Тема: Разработка рекомендаций и технологических решений, направленных на снижение негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 10.06.2016.
3. Исходные данные к бакалаврской работе: научно-технические отчеты и научные статьи по теме исследования.
4. Содержание бакалаврской работы:
  - 4.1 Анализ проблемы применения смазочно-охлаждающих жидкостей на промышленных предприятиях. Оценка экологических рисков от применения смазочно-охлаждающих жидкостей;
  - 4.2 Анализ отечественного и мирового опыта, направленного на минимизацию экологического ущерба от применения смазочно-охлаждающих жидкостей;

4.3 Разработка рекомендаций и технологических решений, направленных на снижение негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду.

Руководитель бакалаврской работы	_____	П.А. Мельников
	(подпись)	(И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	_____	Ю.С. Дегтярь
	(подпись)	(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**  
**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**

УТВЕРЖДАЮ

зав. кафедрой «РПиР»

\_\_\_\_\_ М.В. Кравцова  
(подпись) (И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**бакалаврской работы**

Студентки: Дегтярь Юлии Сергеевны

по теме: Разработка рекомендаций и технологических решений, направленных на снижение негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	25.04.2016			
Анализ проблемы применения смазочно-охлаждающих жидкостей на промышленных предприятиях. Оценка экологических рисков от применения смазочно-охлаждающих жидкостей.	01.05.2016			
Анализ мирового опыта, направленного на минимизацию экологического ущерба от	11.05.2016			

применения смазочно-охлаждающих жидкостей.				
Разработка рекомендаций и технологических решений, направленных на снижение негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду	20.05.2016			
Заключение	02.06.2016			

Руководитель бакалаврской работы

\_\_\_\_\_

(подпись)

П.А. Мельников

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

(подпись)

Ю.С. Дегтярь

\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

## **АННОТАЦИЯ**

Бакалаврская работа изложена на 65 страницах, содержит 14 рисунков, 9 таблиц, использовано 59 литературных источников.

В первой главе рассмотрены негативные последствия смазочно-охлаждающих жидкостей на организм человека и биосферу.

Во второй главе описываются различные методы борьбы против негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей.

В третьей главе представлены рекомендации и технологические решения для уменьшения негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ .....	11
1.1 Классификация смазочно-охлаждающих жидкостей.....	13
1.1.1 Водосмешиваемые СОЖ .....	14
1.1.2 Масляные СОЖ .....	15
1.1.3 Быстроиспаряющиеся СОЖ.....	17
1.2 Состав смазочно-охлаждающих жидкостей.....	17
1.3 Негативное воздействие смазочно-охлаждающих жидкостей.....	18
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И МИРОВОГО ОПЫТА, НАПРАВЛЕННОГО НА МИНИМИЗАЦИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ.....	25
2.1 Использование в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей нелетучих масел .....	25
2.2 Комплекс термического обезвреживания смазочно-охлаждающих жидкостей.....	27
2.3 Трехступенчатое обезвреживание отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей.....	28
2.4 Безреагентный метод обеззараживания смазочно-охлаждающих жидкостей.....	29
2.5 Электрогидравлическая установка для регенерации смазочно-охлаждающих жидкостей .....	31
2.6 Увеличение срока службы смазочно-охлаждающих жидкостей .....	32
2.7 Коагуляция и флотация при очистке смазочно-охлаждающих жидкостей .....	33

2.8 Установка для обезвреживания отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей.....	34
2.9 Утилизация смазочно-охлаждающих жидкостей, основанная на мембранных методах .....	37
2.10 Барабанный вакуумный фильтр для очистки смазочно-охлаждающих жидкостей.....	38
2.11 Переработка отработанных вододисперсионных смазочно-охлаждающих жидкостей.....	40
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ .....	42
3.1 Разработка рекомендаций, снижающих негативное воздействие смазочно-охлаждающих жидкостей .....	42
3.2 Разработка технологических решений, снижающих негативное воздействие смазочно-охлаждающих жидкостей.....	46
3.2.1 Способ очистки сточных вод, содержащих продукты разложения СОЖ, от масел и взвешенных веществ .....	46
3.2.2 Разложение отработанных синтетических или полусинтетических СОЖ .....	49
3.2.3 Комплекс очистки СОЖ.....	52
3.2.4 Вакуумный фильтр для очистки СОЖ.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	60

## ВВЕДЕНИЕ

Современные машиностроительные, металлургические и другие промышленные предприятия используют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) примерно десятки тысяч тонн в год, и это количество постоянно увеличивается. СОЖ загрязняет окружающую среду и вредит здоровью людей не только в процессе эксплуатации, но и в процессе ее утилизации.

СОЖ негативно воздействуют на организм рабочих на предприятиях непосредственно контактируя с кожным покровом работников или контактируя через спецодежду, которая пропитана СОЖ, а также при поступлении паров, аэрозолей, конденсата СОЖ в организм рабочих через дыхательную систему.

Некоторые СОЖ используются не только в промышленности, но и в бытовых условиях, такие как антифризы, используемые в качестве охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания и в качестве рабочей жидкости других теплообменных аппаратах, которые эксплуатируются при низких и умеренных температурах.

**Целью работы** является разработка рекомендаций и технологических решений, которые снизят негативное воздействие СОЖ на человека и окружающую среду.

### **Задачи работы:**

- проанализировать проблему применения СОЖ;
- проанализировать характер негативного воздействия на человека и окружающую среду;
- рассмотреть существующие методы снижения воздействия СОЖ;
- разработать рекомендации для снижения негативного воздействия СОЖ на человека и окружающую среду;
- разработать технологические решения для снижения негативного воздействия СОЖ на человека и окружающую среду

При попадании СОЖ в экосистему происходит загрязнение атмосферы, воды, почвы, пищевых продуктов опасными компонентами. После испарения СОЖ некоторые токсические компоненты, например диоксид серы или соединения хлора, с облаками могут разноситься на огромные территории. Также проливы и утечки СОЖ образуют в почве масляные линзы, масло которых распространяется до грунтовых вод, загрязняя их, и мигрируя вместе с ними.

Самую большую опасность представляют отработанные СОЖ, в составе которых находятся индустриальные масла, щелочи, полигликоли и другие опасные вещества. Доказано, что отработанные СОЖ в 15-30 раз токсичнее свежих. Так как срок использования СОЖ составляет от нескольких недель до полутора месяцев, поэтому необходимо постоянное обезвреживание отработанных СОЖ.

## **ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ**

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) применяют в процессе обработки металлов давлением и резанием. Жидкие СОТС (СОЖ) используют на производстве многих изделий из металла на той либо иной стадии изготовления.

Главное назначение СОТС – снижение силовых воздействий на режущий инструмент, штампы и валки, уменьшение износа режущих инструментов, понижение температуры в зоне обработки. Также СОТС выполняют дополнительные функции, такие как удаление стружки и продуктов износа инструмента из зоны резания, защита изделия либо инструмента от коррозии и т.п.

СОТС делятся по агрегатному состоянию на 4 вида:

- газообразные СОТС;
- пластичные СОТС (технологические смазки);
- жидкие СОТС (СОЖ или смазочно-охлаждающие жидкости);
- твердые СОТС.

Как газообразные СОТС используют нейтральные или активные газы. Активные газы при взаимодействии с металлической поверхностью могут образовывать на ней оксидную пленку, которая защищает поверхность от износа. На производстве газообразные СОТС широко не используются, в связи со сложностью применения.

Пластичные СОТС чаще всего используются во время ручной обработки металлов. Основная сложность применения пластичных СОТС – это подведение их в зону резания и невозможность их сбора и очистки для повторного использования, а также низкая эффективность теплоотвода.

Обычно как пластичные СОТС применяют пластичные смазки на мыльных, углеводородных, неорганических загустителях.

Твердые СОТС применяют как покрытия на обрабатываемой поверхности или инструменте при высоких нагрузках и температурах, в то время как использование других СОТС невозможно либо затруднительно. В состав твердых СОТС могут входить минеральные материалы слоистой структуры, мягкие материалы, органические соединения. Твердые СОТС обычно не используют при нормальных условиях из-за невысокой эффективности теплоотвода и сложностью применения.

По токсикологическим характеристикам СОТС делятся на 5 групп:

- гипертоксичные;
- сильнотоксичные;
- токсичные;
- среднетоксичные;
- слаботоксичные.

Классификационные обозначения дополняются индексами, они показывают присутствие или отсутствие присадок, растворимость присадок в маслах или в воде, класс химической природы, уровень легирования присадками, активность по отношению к меди:

**Таблица 1 - Обозначение присадок**

<b>Обозначение</b>	<b>Расшифровка обозначения</b>
О	Присадки отсутствуют
П	Присадки присутствуют
ПМ	Присадки маслорастворимые
ПМ	Присадки маслорастворимые, активные по отношению к меди
ПВ	Присадки водорастворимые
ПМВ	Присадки масловодорастворимые
ПН	Присадки масловодонерастворимые (добавки, наполнители)

Классификация по химической природе присадок:

- синтетические сложные эфиры, животные жиры, органические кислоты, растительные масла;
- галогенсодержащие присадки;
- серосодержащие присадки;
- фосфорсодержащие присадки;
- азотсодержащие присадки;
- присадки, которые содержат другие активные элементы;
- присадки, содержащие комплексные металлоорганические соединения;
- присадки, содержащие полимеры растворимые в маслах или в воде;
- присадки, содержащие органические наполнители;
- присадки, содержащие неорганические наполнители;
- присадки, которые содержат другие химические соединения.

### 1.1 Классификация смазочно-охлаждающих жидкостей



**Рисунок 1 - Классификация смазочно-охлаждающих жидкостей**

Смазочно-охлаждающие жидкости разделяют на 3 основные группы:

- водосмешиваемые;
- масляные;
- быстроиспаряющиеся.

### **1.1.1 Водосмешиваемые СОЖ**

Водосмешиваемыми СОЖ являются водными эмульсиями масел или водных растворов поверхностно-активных веществ и низкомолекулярных полимеров. Данные СОЖ используют при абразивной и лезвийной обработке цветных металлов при легких и средних режимах резания.

Достоинства водосмешиваемых СОЖ – это более высокая, в отличие от масляных СОЖ, охлаждающая способность, пожаробезопасность, меньшая токсичность, относительно низкая стоимость. Недостатки – относительно низкие смазывающие свойства, низкая стабильность при хранении и длительной эксплуатации.

В машиностроении и металлургии в основном используют водосмешиваемые СОЖ, которые в свою очередь делятся на три основных вида:

- эмульгирующиеся СОЖ (эмульсолы);
- полусинтетические СОЖ;
- синтетические СОЖ;

*Эмульгирующиеся СОЖ* при взаимодействии с водой образуют эмульсии. Минеральные средневязкие нефтеновые или парафиновые масла являются основой эмульсий, но они могут быть частично или полностью заменены на синтетические углеводороды, такие как полиальфаолеины или алкилбензолы, жирные масла или синтетические сложные эфиры.

Концентрация масел в эмульсолах варьируется от 20% до 85%, но для применения концентрацию снижают до 1...5%.

Кроме масел в составе эмульсолов входят 20-60% эмульгаторов, связующих агентов, присадок, ингибиторов, микробицидов, гликолей, спиртов, а также другие органические и неорганические продукты. В состав

эмульгаторов чаще всего входят анионоактивные ПАВ или их смеси с калиевыми и натриевыми мылами жирных, смоляных и сульфо - кислот.

*Полусинтетические СОЖ* состоят из таких же компонентов, как и эмульгирующиеся. Отличаются полусинтетические СОЖ от эмульсолов соотношением компонентов. Основной компонент полусинтетических СОЖ – вода (около 50%). Количество эмульгаторов в составе до 40%. Также в небольших концентрациях в состав входит маловязкое нефтяное масло. Также, как и в эмульсолах используются присадки и биоциды. Для применения используют растворы 1...10% концентрации.

*Синтетические СОЖ* состоят из водорастворимых полимеров, поверхностно-активных веществ, антипенных присадок, ингибиторов коррозии и биоцидов. Чтобы увеличить смазывающие свойства используют противоизносные и противозадирные присадки. Также синтетические СОЖ изготавливают как концентрированные водные растворы или порошки. Чтобы использовать данный вид СОЖ необходимо приготовить ее водный раствор с концентрацией 1...10%. Синтетические СОЖ наиболее универсальный и удобный для хранения и применения.

### **1.1.2 Масляные СОЖ**

Основой масляных СОЖ являются минеральные масла. Также в их составе могут быть антифрикционные, антизадирные, антиизносные, антипенные, антитуманные присадки, ингибиторы коррозии, антиоксиданты. Свойства масляных СОЖ, таких как физико-химические, смазочные, антифрикционные и другие свойства, которые влияют на процесс и износ поверхности трения, устанавливают по базовым маслам, которые входят в состав СОЖ.

В состав базы СОЖ могут входить высокоочищенные минеральные парафиновые или нафтенновые масла, маловязкие экстракты селективной очистки и смеси нескольких минеральных масел. Концентрация масел в масляных СОЖ обычно в пределах 60...95% по массе. Из-за достаточно

дорогой стоимости синтетических масел, их могут использовать как добавки в масляных СОЖ.

Антифрикционные присадки в масляных СОЖ содержатся в концентрации 5...25%. Чаще всего они состоят из органических или полимерных ненасыщенных жирных кислот, их эфиры, растительные масла и жиры. Антизадирные присадки – это вещества, которые содержат серу, хлор, фосфор. Самыми распространенными являются сульфиды, полисульфиды, осерненные жиры и хлорированный парафин. Их концентрация зависит от назначения и условий применения СОЖ и варьируется в пределах 0.5...20%. Антиизносные присадки – это полимерные жирные кислоты, диалкилфосфаты либо осерненные жиры. Как антигуманные присадки могут использовать полиолефины или атактический полипропилен. Их используют для уменьшения масляного тумана и добавляют в масляные СОЖ в концентрации 0.5...3%. В качестве антипенных присадок используют диметилсиликоновые полимеры в концентрации 0.0005...0.001%.

Для предотвращения коррозии на деталях оборудования, а также на обрабатываемых деталях, в масляные СОЖ добавляют ингибиторы коррозии, в состав которых могут входить ненасыщенные жирные кислоты, дисульфиды и аминокислоты.

Преимущества масляных СОЖ:

- более длительная эксплуатация режущего инструмента;
- отличные смазывающие свойства;
- лучшая защита обрабатываемого металла и инструмента от коррозии;
- использование в централизованных системах смазки;
- возможность рециркуляции, очистки и повторного использования.

Недостатки масляных СОЖ:

- пожароопасность;
- повышенная испаряемость;
- относительно низкие охлаждающие свойства;
- низкая термическая стабильность;

- достаточно высокая стоимость.

### 1.1.3 Быстроиспаряющиеся СОЖ

Основой состава быстроиспаряющихся СОЖ являются галогенпроизводные углеводородов с достаточно низкой температурой кипения. Данные СОЖ быстро испаряются и после остаются на поверхности трения обрабатываемого материала тонкую пленку, которая состоит из присадок, которые находятся в составе СОЖ. Присадки хорошо смазывают при процессах сверления, нарезания резьбы, развертывания, протягивания.

### 1.2 Состав смазочно-охлаждающих жидкостей

Состав некоторых известных смазочно-охлаждающих жидкостей представлен в таблице 2.

**Таблица 2 - Состав некоторых СОЖ**

<b>Название СОЖ</b>	<b>Состав СОЖ</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Озонированная СОЖ №1	10% ПАВ сульфорецинат Е; 0.2 мг/л озон
Озонированная СОЖ №2	10% ПАВ эмульсол Т; 0.2 мг/л озон
Окисляющая СОЖ №3	10% ПАВ БВ; 0.5% перекись водорода; 0.2% силикат натрия
Окисляющая СОЖ №4	10% ПАВ эмульсол Т; 0.2% перекись бензоила
Йодсодержащая СОЖ №5	10% ПАВ сульфорецинат Е; 0.15-0.25% йодистый калий; 0.25-0.5% сода кальцинированная; 0.1-0.2% силикат натрия
СОЖ №6 для обработки чугуна	2- 2.5% триэтанолламин; 0.2-0.5% карбамид
Азотсодержащая СОЖ №7	4- 5% триамина; 0.2% гексаметафосфат натрия
Серосодержащая СОЖ №8	10% лаурилсульфат; 0.2% сода кальцинированная; 0.1% перманганат калия
Хлорсодержащая СОЖ №9 для обработки молибдена	4-5% гексахлорэтан; 0.5% ОП-7; 10-20% эмульсол Т
СОЖ №10	0.5-2% кальцинированная сода; 0.2-1% нитрит натрия
СОЖ №12	0.5% триэтанолламин; 0.2% олеиновая кислота; 0.2-0.5% мылонафт; ; 0.2% тринатрийфосфат; 0.2% смачиватель ОП-7 или ОП-10
СОЖ №13	0.5-1.8% триэтанолламин; 0.25-0.6% нитрит натрия или мылонафт; до 0.6% глицерин

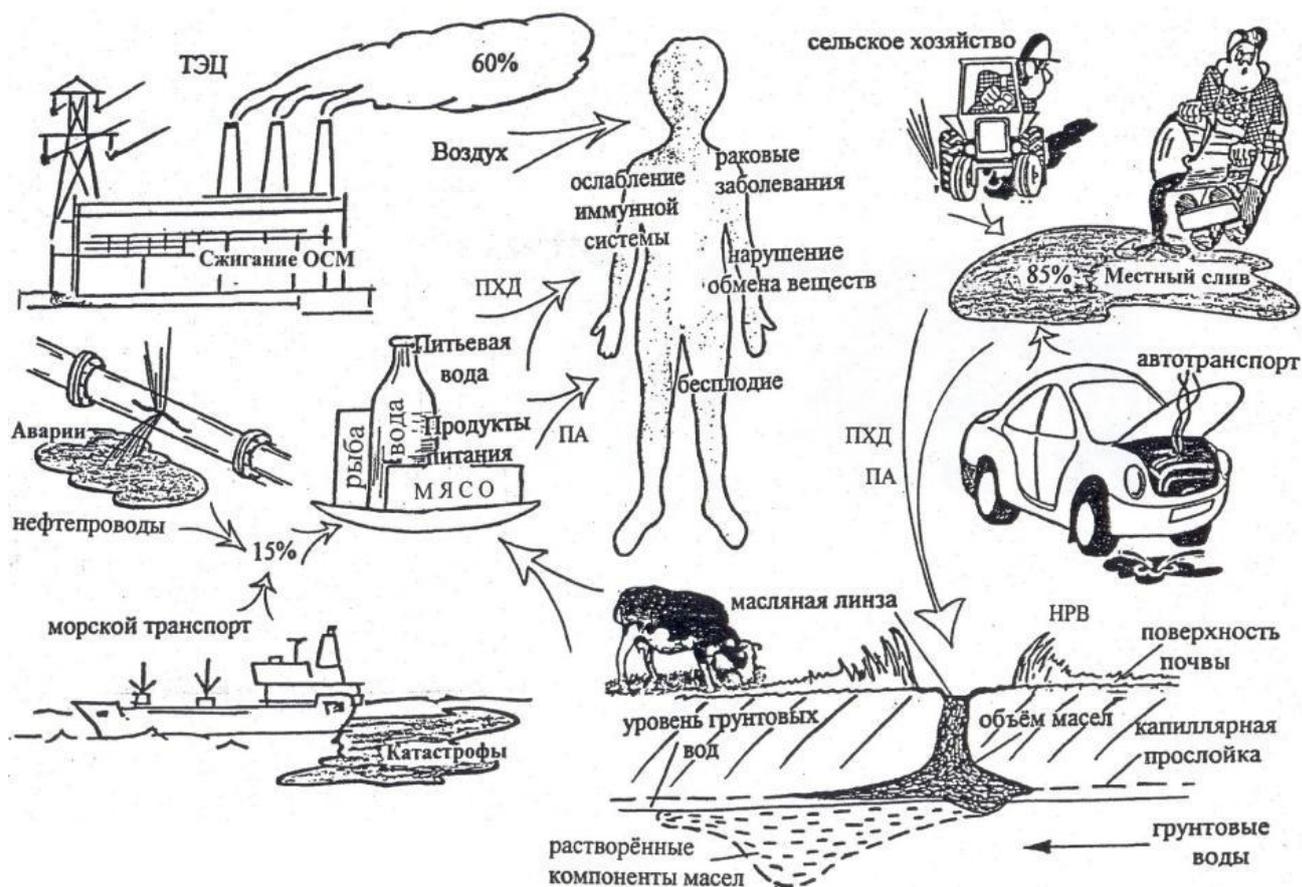
## Продолжение таблицы 2

СОЖ №14	1% бура; 0.25% триэтаноламин
СОЖ №15	0.6% триэтаноламин; 0.25% бура; 0.25% нитрит натрия
СОЖ АВК – 1 (ТНТСБО)	0.2% триэтаноламин; 0.4% нитрит натрия; 0.1% тринатрийфосфата; 0.2% бура; 0.3% кальцинированная сода; 0.1% смачиватель ОП-7
СОЖ АВК – 2	0.6% мылонафт; 0.4% триэтаноловое мыло олеиновой кислоты; 0.2% борная кислота; 0.3% кальцинированная сода; 0.4% нитрит натрия; 0.5% смачиватель ОП-7 или ОП-10
СОЖ АВК – 2/ал (улучшенная)	0.6% мылонафт; 0.14% триэтаноламин; 0.3% борная кислота; 0.1% кальцинированная сода; 0.3% нитрит натрия; 0.1-0.2% смачиватель ОП-7 или ОП-10
СОЖ ТУН	0.16% триэтаноламин; 0.16% уротропин; 0.3% нитрит натрия

### 1.3 Негативное воздействие смазочно-охлаждающих жидкостей

Современные СОТС являются пожароопасными, т.к. в них содержатся компоненты, которые имеют малую температуру вспышки. Из-за недостаточно эффективной системы фильтрации воздуха и вентиляции пары СОТС могут локализоваться и увеличить пожароопасность.

Отработанные СОЖ являются большой проблемой для машиностроительных и металлургических предприятий, так как могут негативно влиять и на человека, и на окружающую среду. Негативное воздействие происходит в связи с испарением отработанных СОЖ, в результате чего токсичные компоненты распространяются не только в производственных помещениях, но и в окружающей среде (рисунок 2).



**Рисунок 2 - Проблемы загрязнения отработанных масел**

При поступлении паров или тумана в дыхательные пути, а также при достаточно длительных контактах с кожными покровами работников предприятий, СОТС может оказывать негативное воздействие на их организм. Характер поражения организма, как и степень воздействия, будет зависеть от химического состава СОТС и от обрабатываемого материала, а также от режимов резания, способа подачи СОЖ к зоне резания, наличия очистки СОТС, защитных и вентиляционных устройств и условий окружающей среды.

Например, во время работы с минеральными маслами и масляными СОЖ при интенсивном разбрызгивании жидкости может образовываться дым либо масляной туман. В дальнейшем поступлении в дыхательные пути масляного аэрозоля и летучих продуктов термодеструкции СОТС может в 2...13 раз превысить значение предельно-допустимой концентрации (ПДК).

Долгая работа в таких условиях может привести к раздражению верхних дыхательных путей, снижению общей иммунобиологической реактивности

организма и изменению нервной системы, а также развитию липоидной пневмонии.

При достаточно длительных контактах с масляными СОЖ у рабочих могут возникнуть профессиональные кожные заболевания (дерматозы): масляные фолликулиты, гиперкератозы, масляные папилломы, хронические пигментации, сухость, шелушение кожи. Но возникновение и развитие этих заболеваний в основном определяются индивидуальной предрасположенностью работников, а также наличием на коже микротравм.

Эмульсионные СОЖ, которые содержат специальные присадки, могут вызвать повреждение жировой смазки кожи, покраснение кожи, а также появление пузырьков, узелков и корочек (дерматитов).

Синтетические СОЖ содержат некоторые виды мыл и вызывают мацерацию кожного покрова.

Чаще всего во время работы с водосмешиваемыми СОЖ появляются профессиональные эпидермиты, которые проявляются как резкая сухость кожи с умеренным шелушением и болезненными трещинами.

Во время эксплуатации водосмешиваемых СОЖ испарение воды приводит к увеличению концентрации не только паров СОЖ на производственном участке, но также и присадок в составе СОТС, превышая гигиенические нормы.

Если происходит длительное воздействие эмульсий, содержащих нитрит натрия в концентрации более чем 0.2%, то у работников проявляются такие симптомы, как головная боль, потеря аппетита, быстрая утомляемость, боли в конечностях, плохой сон, образование в крови метгемоглобина. Триэтаноламин вызывает дерматиты, из-за аллергического действия на организм.

Некоторые виды СОЖ используют не только в промышленности, но и в бытовых условиях (антифризы), которые используются в качестве охлаждающей жидкости для двигателей внутреннего сгорания и в качестве рабочей жидкости в других теплообменных аппаратах, при низких и

умеренных температурах. Во время работы с антифризами может выделяться этиленгликоль, обладающий наркотическим и ядовитым действием, а также способен проникать в организм через кожу, и вызывать хроническое отравление организма, и поражать жизненно-важные органы.

СОЖ способны воздействовать на организм работников не только при непосредственном контакте с кожей, но и при контакте со спецодеждой, пропитанной СОЖ, а также в результате проникновения в организм через дыхательную систему паров, аэрозолей, конденсатов СОЖ.

Профессиональные заболевания кожных покровов достаточно плохо поддаются лечению. Полная ремиссия наступает только в 25% всех случаев. В 50% случаев проходят периодические рецидивы. Стойкие хронические дерматиты наблюдаются у 25%.

Так как в состав СОЖ входят токсичные вещества возможен серьезный экологический ущерб. Загрязняется атмосфера при эксплуатации СОЖ, а также при испарении и сжигании отработанных СОЖ. Было доказано, что отработанные СОЖ намного более токсичнее чем свежие (в 15-30 раз).

**Таблица 3 - Данные по заболеваниям, вызванным воздействием СОЖ, в условиях ОАО "АВТОВАЗ"**

<b>п/п №</b>	<b>Пол</b>	<b>Цех, Производств</b>	<b>Профессия</b>	<b>Стаж</b>	<b>Диагноз</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	Ж	МТП ц. 12/1	Оператор	10 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
2	Ж	МСП ц. 36/6	Оператор	28 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
3	Ж	МТП ц. 18/6	Шлифовщица	21 год	Профессиональная экзема верхних конечностей
4	М	ПТО ц. 19/13	Шлифовщик	16 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
5	Ж	ИП 51/2	Токарь	21 год	Профессиональная экзема верхних конечностей

**Продолжение таблицы 3**

6	М	МСП ц. 32/2	Наладчик автоматич. и полуавтоматич. линии	29 лет	Профессиональный дерматит верхних конечностей
7	Ж	МСП ц. Ш-2	Оператор автоматич. линий и агрегатных установок	30 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
8	М	МСП ц. 36/2	Испытатель двигателей	20 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
9	Ж	ЭП (ЦГС)	Оператор автоматич. и полуавтоматич. линии	8 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
10	М	МСП ц. 33/2	Слесарь м.с.р.	27 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
11	М	МСП ц. 33/3	Профессиональная экзема верхних конечностей	28 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
10	М	МСП ц. 33/2	Слесарь м.с.р.	27 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
11	М	МСП ц. 33/3	Профессиональная экзема верхних конечностей	28 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
12	Ж	МСП Ш-6 ц. 33/3	Оператор автоматич. и полуавтоматич. линии	28 лет	Профессиональная распространенная экзема
13	Ж	МСП ц. 33/3	Наладчик автоматич. и полуавтоматич. линии	36 лет	Профессиональная распространенная экзема
14	М	МСП ц. 33/3	Наладчик автоматич. линий и агрегатных станков	20 лет	Профессиональная экзема верхних конечностей
15	Ж	МСП ц. 33/1	Оператор автоматич. и полуавтоматич. линии	25 лет	Бронхиальная астма
16	Ж	МСП Ш-8 ц. 33/8	Оператор автоматич. и полуавтоматич. линии	22 года	Бронхиальная астма

### Процент заболевания среди полов



**Рисунок 3 - Заболеваемость, зарегистрированная при контакте с СОЖ на ОАО «АВТОВАЗ»**

**Таблица 4 - Токсичность некоторых компонентов СОТС, содержащихся в рабочей зоне**

Вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас с опасн ости	Органы и системы, которые поражаются при воздействии в концентрациях превышающих ПДК
1	2	3	4
Акриловая кислота	5.0	3	Органы дыхания
Акролеин	0.2	2	Органы дыхания, слизистая оболочка глаза
Аммиак	20	4	Органы дыхания
Ацетон	200	4	Печень, центральная нервная система, почки, кровь
Бензин	100	4	Печень, органы дыхания, почки
Бутадиен	100	4	Органы дыхания
Бутилакрилат	10	3	Органы дыхания
Винилацетат	0.2	2	Органы дыхания, почки
Гексахлорэтан	0.08	1	Центральная нервная система, почки, канцерогенная патология
Дихлорэтан	10	2	Печень, центральная нервная система, почки, канцерогенная патология
Метанол	5.0	3	Центральная нервная система, слизистая оболочка глаза
Метатиол	0.8	2	Органы дыхания, печень
Метилакрилат	5.0	3	Органы дыхания, центральная нервная система
Метилпропионат	10	3	Органы дыхания
Масляный альдегид	5.0	3	Органы дыхания
Метилметакрилат	0.7	2	Органы дыхания
Минеральное масло	5.0	3	Органы дыхания, почки, печень

**Продолжение таблицы 4**

Метилнафталин	20.0	4	Органы дыхания
Меркаптан	0.1	1	Центральная нервная система, органы дыхания
Сероуглерод	10.0	2	Органы дыхания
Сера	6.0	4	Органы дыхания
Свинец	0.01	1	Центральная нервная система, кровь, почки, канцерогенная патология, репродуктивная функция, гормональная система
Сернистый газ	10.0	3	Органы дыхания
Нитрит натрия	5.0	3	Кровь
Тетрахлорэтан	5.0	3	Печень, центральная нервная система, почки, канцерогенная патология
Трихлорэтан	20.0	4	Органы дыхания
Тетрахлорметан	20.0	2	Печень, центральная нервная система, почки, канцерогенная патология
Углерод оксид	20.0	4	Органы дыхания
Уксусная кислота	5.0	3	Разнонаправленное действие на организм, органы дыхания
Фенол	0.3	2	Сердечнососудистая система, почки, центральная нервная система, печень, органы дыхания
Этанол	1000	4	Центральная нервная система, органы дыхания
Этилметакрилат	0.048	-	Центральная нервная система, канцерогенная патология, органы дыхания
Хлор	1.0	2	Органы дыхания
Хром (III)	1.0	3	Органы дыхания, почки, слизистые оболочки, печень
Хром (VI)	0.01	1	Печень, органы дыхания, почки, канцерогенная патология
Хлористый водород	5.0	2	Органы дыхания
Бензол	5.0	2	Кровь, центральная нервная система, гормональная система

## **ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И МИРОВОГО ОПЫТА, НАПРАВЛЕННОГО НА МИНИМИЗАЦИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ**

### **2.1 Использование в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей нелетучих масел**

Какой бы функцию ни выполняла охлаждающая жидкость, в любой операции по механической обработке, она должна обладать некоторыми качествами: высокая температура разложения или окисления, не должна быть липкой, не должна пениться, или дымиться, не должна иметь загрязняющих примесей и смазочных материалов, используемых в другом месте в машине. Если эти качества отсутствуют, смазочно-охлаждающая жидкость может привести к серьезной экологической проблеме или проблеме со здоровьем. Было отмечено, что расходы на смазочно-охлаждающие жидкости являются основной частью производственных затрат на производство единицы продукции. Именно поэтому разрабатывают выгодные экономически и эффективные в механической обработке СОЖ. Это может быть достигнуто за счет использования дешевого и доступного нелетучего масла.

В целях установления их пригодности в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей, разработанные масляные показатели сравнивались с устоявшимися традиционными смазочно-охлаждающими жидкостями.

Образец А: купленная охлаждающая жидкость (контрольный образец);

Образец В: арахисовое масло;

Образец С: пальмоядровое масло;

Образец D: пальмовое масло;

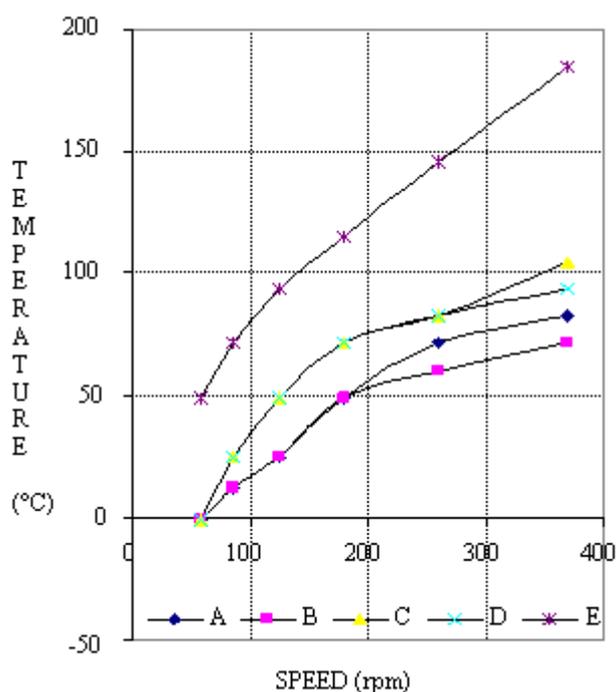
Образец Е: резка без охлаждающей жидкости.

Важнейший параметр при изучении эффективности каждой из анализируемых СОЖ была температура; она определяет способность

смазочно-охлаждающей жидкости отводить тепло от рабочей зоны во время механической обработки. Кроме того, также были определены кислотные и вязкостные значения разработанных смазочно-охлаждающих жидкостей.

**Таблица 5 - Полученные во время эксперимента данные**

Образец	Кислотные значения	Вязкость, сСт
A	41.19	4.79
B	4.57	10.76
C	3.05	6.20
D	54.09	7.64



**Рисунок 4 - Зависимость максимальной температуры во время процесса резки от скорости резки**

На основе эксперимента, выполненного на различных образцах масел, могли быть сделаны следующие выводы:

- все образцы могут использоваться в качестве охлаждающих жидкостей, потому что результаты показывают, что у них есть способность отводить высокую температуру во время операций по механической обработке;

- у образцов В и С с показателями кислотности, 4.57 и 3.08 соответственно, наименее вероятна возможность размягчить материал заготовки (мягкая сталь) по сравнению с образцами А и D с 41.19 и 54.9 соответственно;

- образец В будет отводить тепло от общей заготовки больше, чем другие образцы в тех же условиях.

## **2.2 Комплекс термического обезвреживания смазочно-охлаждающих жидкостей**

Для утилизации отработанных СОЖ предлагают использовать технологию очистки методом ультрафильтрации с последующим сжиганием концентрата СОЖ при температурах выше 1000°С, в экологически безвредном и малоэнергоёмком Комплексе термического уничтожения жидких отходов.

Комплекс имеет минимальное отрицательное воздействие на окружающую среду, так как:

- на 96-98% сокращается исходный объем отходов;
- остаточный состав отходов (продукты газоочистки и летучая зола)

относят к IV классу опасности.

В комплексе предусмотрен прием СОЖ в накопительную емкость, из которой СОЖ подается к горелочным устройствам установки, которая работает на природном газе. Также предусмотрена очистка и утилизация теплоты дымовых газов. Оборудование для утилизации теплоты дымовых газов – это промежуточный теплообменник, который предназначен для выработки тепла в виде горячей воды с подачей внешнему потребителю в обратную линию горячего водоснабжения.

### **2.3 Трехступенчатое обезвреживание отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей**

Схема применяется для обезвреживания СОЖ с коротким сроком эксплуатации, а также содержанием нефтепродуктов до  $3 \text{ мг/дм}^3$ .

Сначала СОЖ подвергается механической очистке. Осевшая взвесь обезвоживается и отправляется на утилизацию и захоронение. Осветленная СОЖ направляется во флотатор и затем на установку фильтрации камерного типа. Так как содержание нефтепродуктов в обезвреженной воде составляет до  $0.9 \text{ мг/дм}^3$ , эти воды либо повторно используют, либо сбрасывают. Нефтепродукты, которые были извлечены во флотаторе и во время ультрафильтрации, собираются в емкость и сжигаются вместе с мазутом.

В отработанных стойких многокомпонентных СОЖ нефтепродукты содержатся в количестве  $100 \text{ г/дм}^3$  и поэтому обезвреживание СОЖ усложняется.

Сначала отработанная СОЖ подается в отстойник-флотатор, где из СОЖ извлекается мелкая взвесь и нефтепродукты, которые слабо связаны с водой. В рамный пресс-фильтр поступает на обезвоживание осевшая взвесь. После чего осадок утилизируют или вывозят на захоронение. Во время этой ступени удаляется до 40% нефтепродуктов и более 90% взвеси. Дальше осветленная СОЖ направляется в узел разложения для обработки минеральными кислотами.

Во время следующего этапа отработанная СОЖ подается в отстойник-флотатор, где извлекаются всплывшие нефтепродукты, на выходе из которого нефтепродукты находятся в количестве  $90\text{-}100 \text{ мг/дм}^3$ .

Дальнейшая очистка отработанных СОЖ происходит на установках ультрафильтрации камерного типа. Если использовать одну ступень ультрафильтрации, то количество нефтепродуктов уменьшится до  $40\text{-}50 \text{ мг/дм}^3$ . Если использовать две ступени ультрафильтрации, то степень очистки нефтепродуктов приблизится к  $0.8\text{-}0.9 \text{ мг/дм}^3$ . Вода, в которой

содержится такое количество нефтепродуктов может использоваться как техническая или сбрасываться в горколлектор.

Нефтепродукты, которые извлекаются из СОЖ в концентрированном виде, с концентрацией нефтепродуктов более 50%, собирают в емкости и сжигают в котельной вместе с мазутом.

#### **2.4 Безреагентный метод обеззараживания смазочно-охлаждающих жидкостей**

Одна из основных причин вывода из производственного цикла смазочно-охлаждающих жидкостей – это поражение СОЖ бактериями и грибами, что приводит к ее расслоению и уменьшению металлообрабатывающей способности, антикоррозийных и смазывающих функций. Если полностью разрушается СОЖ микроорганизмами, то в несколько стадий происходит потеря биологической устойчивости, обрабатывающих и технологических способностей, но наибольшая интенсивность наступает тогда в то время, как концентрация бактерий приближается к  $10^5$  и более клеток/мг.

Микроорганизмы могут попадать в эмульсию с воздушными потоками, пыльными частицами, со станков, одежды и рук работников. Поэтому загрязнителями являются почва, вода, атмосфера, и даже само производство.

Предлагается постоянно либо периодически, без нарушения технологического цикла, проводить кавитационную и электроимпульсную обработку всей эмульсии в специальной установке, чтобы увеличить биологическую устойчивость и технологические характеристики СОЖ. Основными элементами установки являются генератор мощных электрических наносекундных разрядов, гидродинамический кавитатор (дискового типа), камера для обработки эмульсий.

Данные установки компактны, просты в эксплуатации, высокопроизводительны, безопасны, малоэнергоёмки, а также могут легко встраиваются работающий в технологический цикл и гарантируют высокое

обеззараживание СОЖ, могут работать на имеющихся концентратах СОЖ и не требуют использования биоцидных добавок, но работают и с ними.

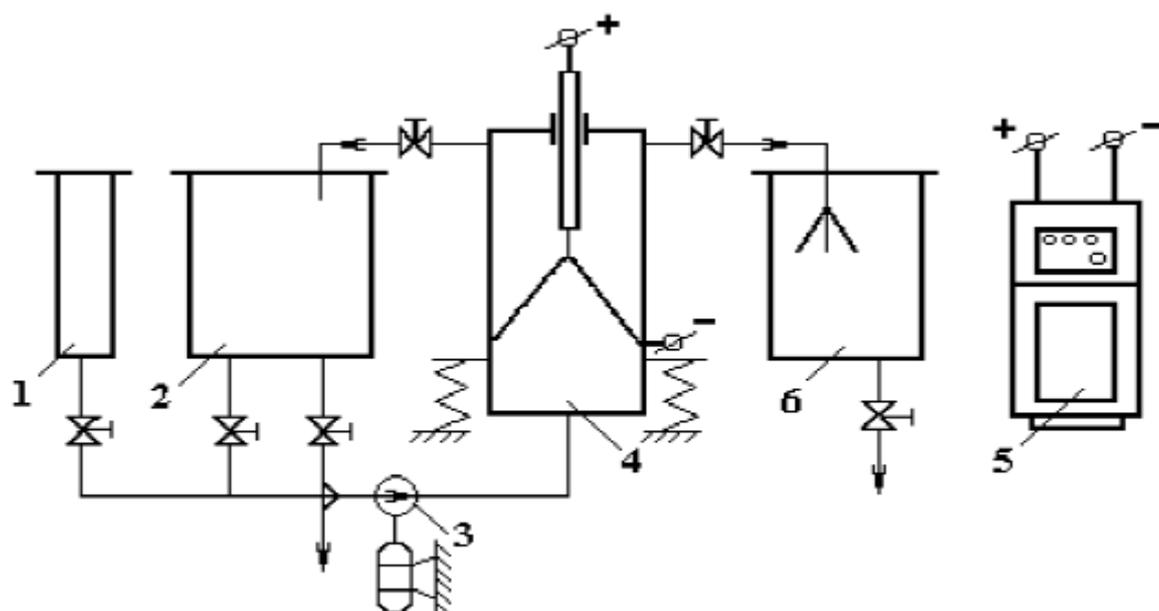
Кавитация – это эффективный метод воздействия на водные загрязнители. Это образование заполненных паром и газом полостей или пузырьков при локальном понижении давления в жидкости до давления насыщенных паров.

При кавитационно-импульсивной обработке достигается наибольший эффект очистки и обеззараживания смазочно-охлаждающих жидкостей.

**Таблица 6 - Результаты испытания**

Марка СОЖ	Режим обработки		Параметр СОЖ				
			рН	Концентрация эмульсора, %	Масло, %	Бактерии, кл/мл	Грибы, кл/мл
ТУ 616928.32.7 Автокад Ф-40	В проток	После кавитационно-импульсивной обработки	7.8	2.0	9.0	отсутст	отсутст

## 2.5 Электрогидравлическая установка для регенерации смазочно-охлаждающих жидкостей



- 1 – емкость с эмульсолом; 2 – емкость с технической водой;  
3 – электрический насос; 4 – камера разрядная; 5 – генератор  
импульсивного тока (ГИТ); 6 – бак с СОЖ

**Рисунок 5 - Электрогидравлическая установка**

Водомасляные эмульсии, которые используются на предприятиях, ограничены в сроке службы и разлагаются летом после 2-3 недель, а зимой после 5-6 недель. Исходя из этого проблема не только в регенерации отработанных СОЖ, но и в том чтобы приготовить качественную эмульсию.

В процессе приготовления СОЖ эмульсол из бака №1 направляется насосом №3 одновременно со специально подготовленной водой из бака №2 в разрядную камеру №4. В соответствии с требованиями техпроцесса высокое напряжение подается на электроды разрядной камеры №4 от ГИТ №5.

Между электродами разрядной камеры №4 электрический разряд диспергирует масляную фазу эмульсий и смешивает ее с водой, создавая СОЖ. После СОЖ накапливается в баке №6 или возвращается в бак №2 для обработки повторно.

Восстановление СОЖ состоит из следующих процессов. Очищенная от механических примесей эмульсия направляется в бак №2. Из него СОЖ при добавлении определенного количества свежей СОЖ из бака №1 насосом №3 попадает в разрядную камеру №4. Дальше регенерация происходит аналогично процессу изготовления СОЖ.

## **2.6 Увеличение срока службы смазочно-охлаждающих жидкостей**

От концентрации механических примесей, которые находятся в СОЖ, зависит их срок службы. И составляет срок не более суток.

Замена СОЖ состоит в очистке емкости, в которую собираются отработанные эмульсии, от осевших механических примесей. Данным осадком является маслянистая масса, сбрасываемая в балки и овраги, что приводит к загрязнению окружающей среды, из-за фильтрации масла в естественных водоносных слоях и процесс разложения нефтепродуктов продолжителен и практически бесконечен.

При длительном использовании СОЖ без очистки могут появляться бактерии разложения железа, что влияет на появление неприятного запаха в цехах.

Для увеличения срока службы СОЖ до пяти суток были разработаны устройства для магнитной очистки дискретного действия. Увеличение срока службы на более длительный срок связывают с дисбактеризацией и более полным удалением механических примесей, что может быть возможно при магнитной высокоградиентной сепарации.

Более полная очистка СОЖ от механических примесей осуществляется в две стадии: со слабым и сильным магнитным полем.

Продукты очистки используются в металлургии, например сжигание в мазутных топках либо окомкование и в качестве добавок к шихте доменной и в других местах, где могут быть использованы отходы нефтепродуктов. Масло, которое восстанавливают из продуктов очистки, используется для смазки деталей машин.

С помощью кавитационных явлений, осуществляется дисбактеризация СОЖ и снижается индекс поражения, но гнилостные бактерии можно уничтожить только после удаления механических примесей.

## **2.7 Коагуляция и флотация при очистке смазочно-охлаждающих жидкостей**

Коагуляционные методы основаны на использовании коагулянтов, которые переводят частицы масла, а также другие коллоидные примеси в осадок.

При очистке воды главным технологическим параметром является расход коагулянта, он составляет 50-70 г на 1 м<sup>3</sup> эмульсии. Расход зависит от начальной концентрации и щелочности. После процесса коагуляции сточной воды эмульсия разделится на смесь хлопьев коагулянта, металлических мыл и масла, которые всплыли на поверхность, и водную фазу.

В режиме концентрированного коагулирования происходит интенсификация процесса, и уменьшается расход коагулянта на 20-30%. В первую очередь вводится в небольшой объем сточной воды концентрированный раствор коагулянта, чтобы образовывались многочисленные центры коагуляции. Далее проводится быстро смешивание с оставшимся раствором сточной воды (в соотношении 1:15).

Чтобы доочистить сточные СОЖ используют флокуляцию. Загрязняющие примеси флокулируются в 2 стадии:

- Адсорбция флокулянта на частицах;
- Образование флокул.

Лимитирующей стадией является адсорбция. Механизм адсорбции зависит от природы флокулянта.

Независимо от содержания групп, в которых могут содержаться ионогенные флокулянты, степень осветления воды увеличивается. Данный процесс объясняется различной концентрацией загрязняющих примесей, а также различием в их природе. Наиболее

эффективная флокуляция наблюдалась во время применения катионных флокулянтов при равномерном распределении заряда в боковых цепях и с плотностью заряда 50-80%. Флокуляция при таких параметрах позволяет извлекать частицы масла, размер которых более 1 мкм. К данным флокулянтам можно отнести сополимеры акриламида и сложных аминоэфиров акриловой, либо метакриловой, кислоты с формулой элементарного звена.

Флокуляция – процесс довольно интенсивный. Флокулянт вводится в эмульгированные воды спустя 1-3 мин после того, как будет введен коагулянт (рН=4.5-8). Во время перемешивания фактически мгновенно происходит агрегация частиц и образуются флокулы. Флокулы оседают примерно 1-1.5 мин 10 см высоты слоя эмульсии.

Оптимальной дозой низкомолекулярных флокулянтов 5-7 мг/л. Количество остаточной мутности отстоянного надосадочного раствора составляет 6-8 г/м<sup>3</sup>, нефтепродукты содержатся в количестве 5-7 г/м<sup>3</sup>. Эффективность очистки зависит от величины заряда, состава эмульсии и молекулярной массы флокулянтов и составляет 80-96%.

Флотацию можно использовать, чтобы выделять масла из разбавленных эмульсий. Без предварительного проведения коагуляции, обычная воздушная флотация будет малоэффективна.

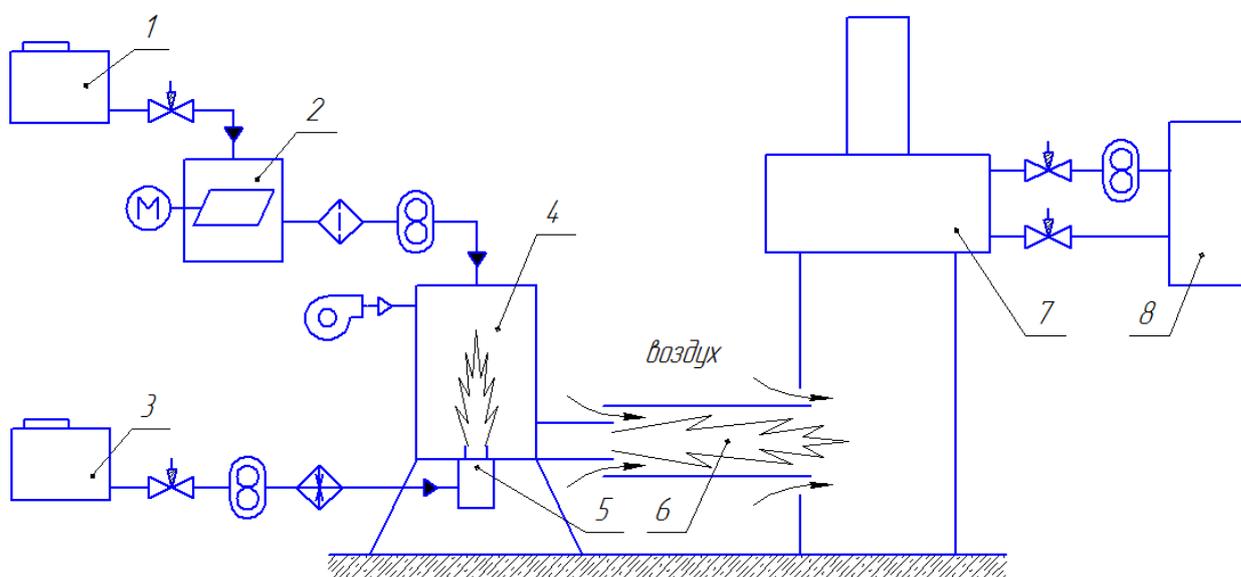
## **2.8 Установка для обезвреживания отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей**

Огневое обезвреживание либо сжигание является одним из главных методов утилизации СОЖ, но более эффективно и перспективно является пульсирующее сжигание. Наибольшая полнота сгорания и экологичность выбросов достигается при сжигании данного вида.

Узлы и механизмы, которые входят в установку для термического обезвреживания отработанных СОЖ:

- газовый генератор;

- емкость для водных отходов;
- лопастной смеситель с электроприводом;
- емкость для горючих жидких отходов;
- электронагреватель;
- горелочный узел;
- камера дожигания;
- теплообменный блок;
- дымовая труба.



1 – емкость с обводненными отходами; 2 – блок смешения с системой подогрева; 3 – емкость с горючими жидкими отходами; 4 – газовый генератор; 5 – горелочный узел; 6 – дожиговая камера; 7 – теплообменник; 8 – тепловой накопитель

### **Рисунок 6 - Технологическая схема обезвреживания СОЖ**

Из емкости №1 в газовый генератор №4 с помощью насоса-дозатора подаются обводненные отходы через блок смешения с системой подогрева №2. Кроме того, камера сгорания не имеет форсунок. В зону горения жидкость подается по трубам, а распыляется в газовом генераторе за счет эффектов пульсации. Одновременно в газовый генератор подаются отходы в жидком состоянии и высокотемпературные газы, генерируемые в горелочном узле №5. По трубопроводу через систему подогрева горючие отходы

производства в жидком состоянии или дизельное топливо из емкости №3 направляются в горелочный узел №5, в котором сгорание происходит в режиме пульсации. Жидкость, распыляемая на стенки газового генератора, прогревается и сгорает вместе с воздухом, под действием воздушного напора, который создается вентиляционной установкой, и пульсирующих высокотемпературных газов.

Воздух, который подводится для горения, и пленка из жидкости, которая образуется из обводненных отходов, предотвращают сгорание стенок камеры от перегрева. Процессы, которые происходят внутри камеры в газовом генераторе, организуются так, чтобы обезвреживаемая жидкость подавалась сверху вниз, столб огня, который состоит из продуктов сгорания, движется снизу вверх. Продукты, образуемые при термическом разложении и обогащенные горючими компонентами, сложнотакрученным газовым потоком тангенциально выводятся из сопла, которое расположено в нижней части газового генератора, в дожиговую камеру №6 вместе с воздухом. В камере дожига окончательно с помощью огня обезвреживаются в окислительной среде несгоревшие газовые компоненты. Отходящие газы подаются в теплообменник №7, через который проходит змеевик, соединенный с тепловым накопителем №8. Теплоноситель циркулируется при помощи насоса. До попадания водной эмульсии в газовый генератор №4, эмульсия должна быть предварительно механически обработана (ее доводят до однородного состояния). Если у обезвреживаемых отходов высокая степень обводненности, в них добавляют горючие отходы в жидком виде. Твердый осадок (зола) при помощи газового потока попадает в теплообменник, в котором происходит сепарация в нижней части теплообменника (зольник). Зольный остаток относят к 4 классу опасности, его содержание вирируется в пределах 1...1.5% от общего объема сжигаемых отходов.

**Таблица 7 - Технические характеристики установки**

<b>Технические характеристики</b>	<b>Значение параметров</b>
Количество обезвреживаемых жидких обводненных отходов, л/ч	300-350
Количество обезвреживаемого жидкого горючего отхода, л/ч	10-15
Расход воздуха, подаваемого в горелочный узел, м <sup>3</sup> /ч	3000
Расход воздуха, подаваемого в камеру дожига, м <sup>3</sup> /ч	1500-2000
Температура газов в термическом реакторе, °С	800-1000
Потребляемая электрическая мощность, кВт (суммарная)	5

Кроме уничтожения отходов СОЖ установка может уничтожить отработанные синтетические и минеральные масла, а также шламы нефтепродуктов и сточные воды, которые сбрасывают с технологических площадок.

## **2.9 Утилизация смазочно-охлаждающих жидкостей, основанная на мембранных методах**

Процесс проводился стадиями:

1. Отстаивание (удаляются свободные масла);
2. Микрофльтрация (удаляются взвешенные вещества);
3. Ультрафльтрация (удаляются коллоиды, ПАВ, частицы нефтепродуктов 5-25 мкм);
4. Наночфльтрация (удаляются фенолы, тяжелые металлы и соли).

Исходная СОЖ, которая содержит взвешенные частицы, эмульгированные нефтепродукты и синтетические ПАВ, направляется на мембранный модуль с помощью насоса. Поток разделяется на две части, в следствии воздействия рабочего давления, первая часть - это фильтрат частично очищенный от

постоянно возвращаемый в исходную емкость. Во время работы примеси концентрируется до предельных значений.

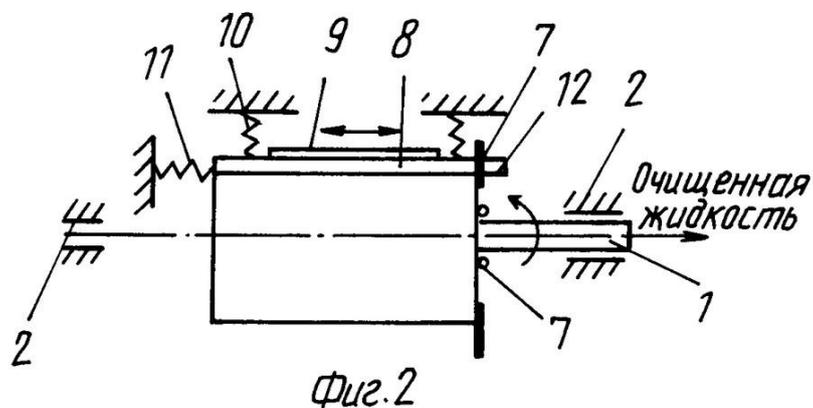
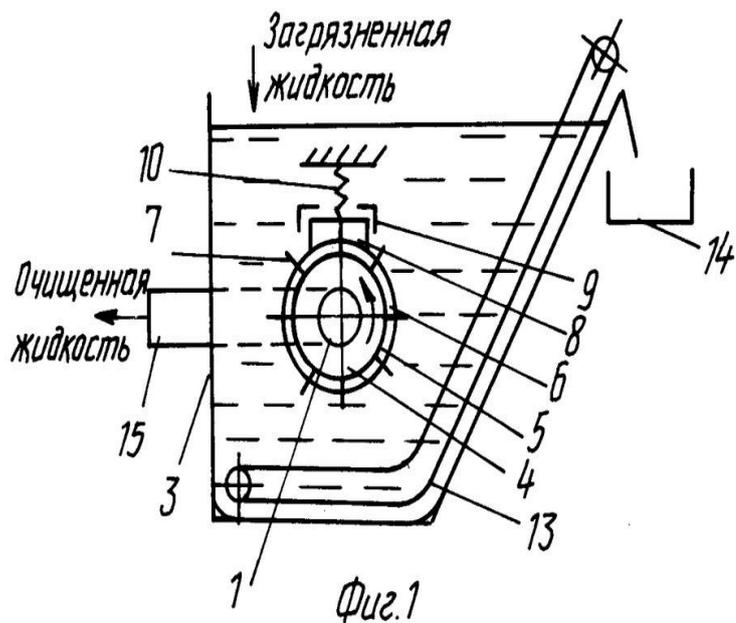
Так как при процессе ультрафильтрации не достигаются значения показателей, которые требуются по нормативам, данную стадию рассматривают как предварительную стадию перед глубокой очисткой нанофильтрацией или обратном осмосом. Фильтрат, который выходит после ультрафильтрации, можно использовать для приготовления свежей эмульсии. В процессе ультрафильтрации эффективно удаляются нефтепродукты, а также жиры.

В процессе нанофильтрации эффективнее всего удаляются ПАВы, фенолы, многовалентные ионы, а также полностью задерживаются жиры и нефтепродукты.

#### **2.10 Барабанный вакуумный фильтр для очистки смазочно-охлаждающих жидкостей**

Принцип работы барабанного вакуумного фильтра состоит в следующем. Загрязненная жидкость подается в емкость №3, где происходит ее очищение, когда она проходит через поверхность фильтровального полотна №5. Очищенная жидкость направляется через трубу №1, затем по патрубку №15. Слой осадка №6, который образовался при прохождении через фильтровальное полотно №5, вращается вместе с барабанным вакуумным фильтром и направляется в зону действия гранулятора №8, в котором совершаются возвратно-поступательные движения в направлении параллельном оси фильтра. Во время прохождения через зону действия гранулятора №8, осадок скатывается в гранулы. Частицы стружки во время соприкосновения друг с другом сцепляются и образуют гранулы, которые размерами больше отдельных стружек. Гранулы осаждаются на дно емкости №3 и срезаются ножом №7, а далее шнековым транспортером №8. Частицы из загрязненной жидкости и частицы осадка №6 могут осесть на дно емкости №1, и далее удаляться в емкость для осадка №12.

Данная установка обеспечивает при непрерывном цикле работы высокое качество очистки от механических примесей.



Фиг.1 – вид установка для очистки жидкости;

фиг.2 – основной вид установки;

1 – труба; 2 – опоры; 3 – емкость для загрязненной воды; 4 – каркас фильтра; 5 – фильтровальное полотно; 6 – слой осадка; 7 – лопасти;  
 8 – гранулятор; 9 – направляющие; 10 – пружины; 11 – пружины; 12 – жесткая клиновидная часть гранулятора; 13 – скребковый транспортер; 14 – емкость для удаляемого осадка; 15 – патрубок

**Рисунок 7 - Схема барабанного вакуумного фильтра**

## **2.11 Переработка отработанных водоэмульсионных смазочно-охлаждающих жидкостей**

В наши дни машиностроительные предприятия средней мощности потребляют в год 500-800 м<sup>3</sup> водных эмульсий смазочно-охлаждающих жидкостей и, как правило, испытывают трудности в обезвреживании отработанных СОЖ.

Способ относят к процессам обезвреживания жидких отходов, содержащих нефтепродукты, а именно, водоэмульсионных смазочно-охлаждающих жидкостей, используемых как технологические средства в процессах металлообработки.

Исходная емкость №1, в которой накапливаются отработанные СОЖ. Емкость 1 связана трубопроводом с вакуум-выпарным аппаратом №2. В вакуум-выпарном аппарате №2 разделяются СОЖ; вакуум-выпарной аппарат №2 связан с теплообменником-нагревателем №3, с теплообменником-холодильником №4 и сборником масляной фракции №5. Теплообменник-холодильник №4 связан со сборником конденсата №6, который связан с вакуум-насосом №7.

Отработанную СОЖ, основанную на эмульсоле, с концентрацией по эмульсолу 5% заливают в емкость №1 объемом 1,2 м<sup>3</sup>. Также в емкость вводят раствор кальцинированной соды до pH 9,0.

СОЖ объемом 1,2 м<sup>3</sup> непрерывно со скоростью 150 дм<sup>3</sup>/час подают из емкости №1 в вакуум-выпарной аппарат №2 трубчатого типа.

Процесс вакуум-выпарки осуществляют при температуре 55°С и остаточном давлении 0,07 атм. Вакуум создают водокольцевым насосом №7.

В качестве теплоносителя используется вода, которую нагревают в теплообменнике-электроводонагревателе №3 до 80°С.

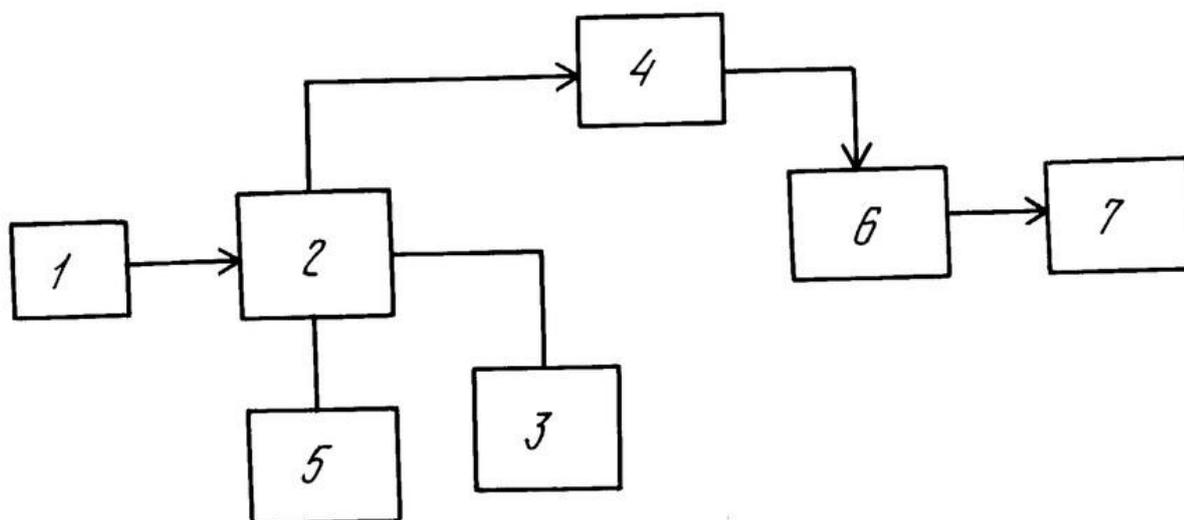
Водную фракцию конденсируют в теплообменнике-холодильнике №4.

Конденсат с содержанием нефтепродуктов 6 мг/л собирают в емкость №6.

Масляную фракцию в виде кубового остатка объемом около 120 дм<sup>3</sup> с концентрацией масляной фазы около 50% по массе из вакуум-выпарного аппарата выгружают в емкость №5 и используют по назначению.

Изобретение может быть использовано на всех машиностроительных и других предприятиях, связанных с металлообработкой и применением водомасляных эмульсий смазочно-охлаждающих жидкостей.

Предлагаемый способ переработки отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей позволит экологически чистым и безотходным методом обезвреживать опасные жидкие отходы, содержащие нефтепродукты; его реализация приведет к экономии смазочных материалов, минеральных масел, сокращению расхода воды.



1 – исходная емкость; 2 – вакуум-выпарной аппарат; 3 – теплообменник-нагреватель; 4 – теплообменник-холодильник; 5 – сборник масляной фракции; 6 – сборник конденсата; 7 – водокольцевой насос

**Рисунок 8 - Схема технологического процесса**

# ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

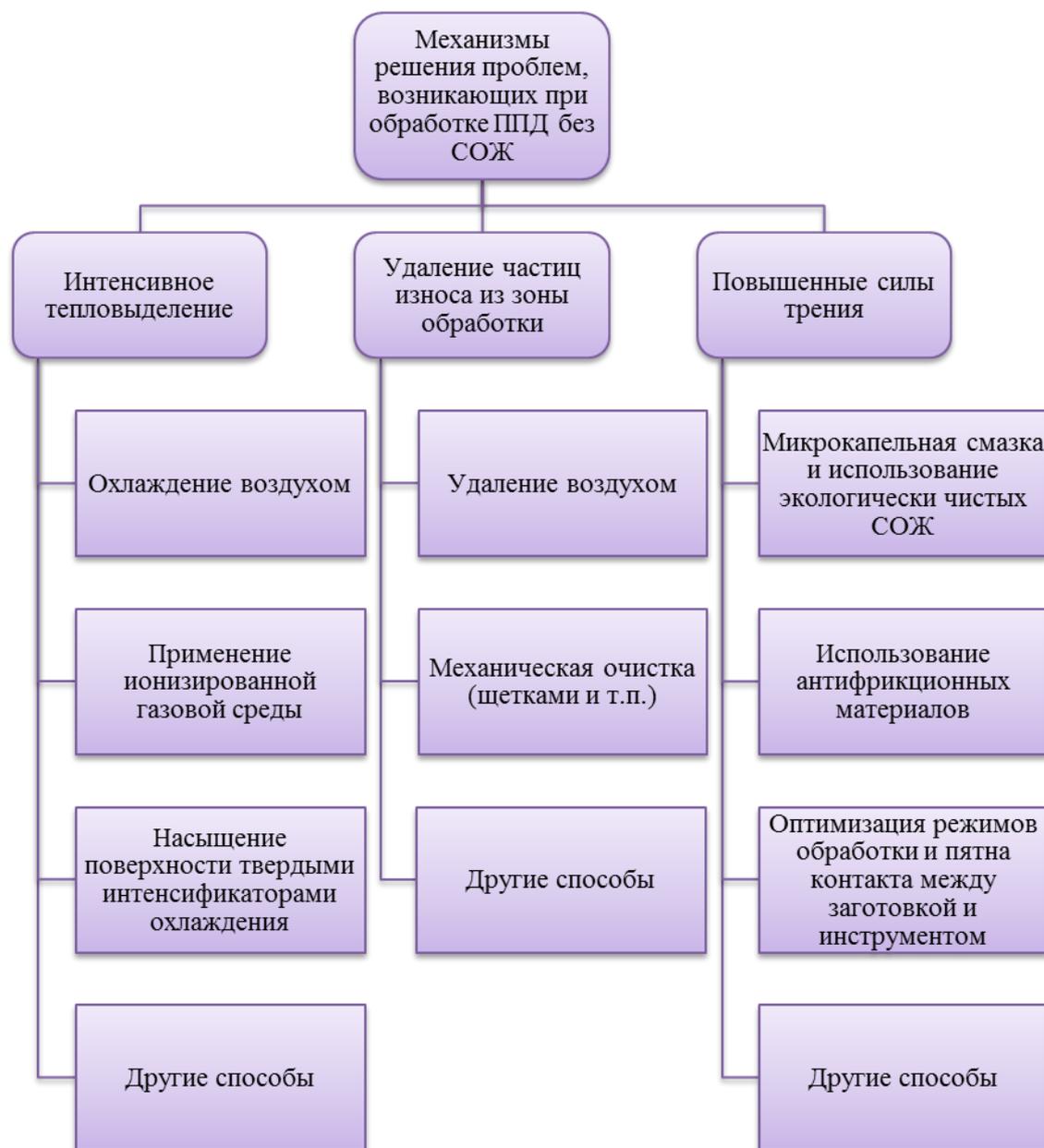
## 3.1 Разработка рекомендаций, снижающих негативное воздействие смазочно-охлаждающих жидкостей



**Рисунок 9 - Снижение вредного воздействия СОЖ**

В наши дни существует множество технологических операций, в которых нельзя не использовать или уменьшить количество подаваемой СОЖ, поэтому создаются менее экологически опасные СОЖ.

Так как технологические особенности процессов предприятий не всегда позволяют полностью использовать экологические безвредные виды СОЖ, необходимо рассмотреть проблему снижения токсического воздействия СОЖ на человека и окружающую среду.



**Рисунок 10 - Проблемы, которые могут возникнуть при обработке без СОЖ, и пути их решения**

Снизить вредное воздействие СОЖ на человека и окружающую среду возможно при использовании следующих подходов:

- Полный отказ от использования смазочно-охлаждающих жидкостей во время технологических операций;
- Замена синтетических СОЖ на более экологичные и безвредные;
- Снизить объем использования СОЖ;
- Эффективная очистка сточных вод предприятий, которые используют СОЖ во время технологических операций.



**Рисунок 11 - Основы снижения токсического воздействия СОЖ**

Данные подходы располагаются в иерархической последовательности, которую необходимо соблюдать во время проектирования технологических операций, для уменьшения негативного воздействия СОЖ.

Самым перспективным подходом является применение вместо СОЖ экологически чистых материалов.

Был проведен ряд анализов различных марок СОЖ. Была рассмотрена СОЖ «Экойл», которая разработана на одном из предприятий Санкт-Петербурга. Данная жидкость безвредна для человека и окружающей среды. К ней были предъявлены требования по растворимости в воде, которые были выполнены полностью. Она растворяется, не изменяя цвет и прозрачность растворителя.

Наиболее важным показателем, который характеризует свойства СОЖ, является вязкость. Суть методики, по которой проводился анализ, состоит в

определении скорости истечения жидкостей через мерный капилляр при заданных значениях температуры из рабочего диапазона (паров трения). Для сравнительных исследований выбрали одного класса жидкости:

1 – СОЖ «Торлюб»;

2 – глицерин (одна из радивидностей);

3 – СОЖ «Экойл»;

4 – 22% насыщенный раствор пассивирующего вещества, из экологически безопасного растительного сырья, в воде;

5 – 11% раствор пассивирующего вещества в пресной воде;

6 – пресная вода.

**Таблица 8 - Физические свойства СОЖ.**

Характеристика	Единица измерения	Температура, °С	Проба					
			1	2	3	4	5	6
Вязкость	см <sup>3</sup> /с	4	0	1.7	2.1	10.0	50	60
		21	0.27	5.5	5.7	13.3	55	70
		40	5.7	13.0	13.3	21.0	60	75
		58	16.7	16.7	16.7	44.0	64	75
Плотность	г/см <sup>3</sup>	-	1.01	1.25	1.22	1.02	1.01	1.0
Цвет	-	-	зеленый	бесцветный	Желто-зеленый	Чайный темный	Чайный светлый	бесцветный

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о том, что относительно вязкости наилучшие свойства имеют СОЖ «Экойл» и глицерин, особенно если рассматривать в связи с температурой. Пробы 4, 5 и 6 не обладают пригодной вязкостью в сравнении с другими СОЖ, это сильно сужает их диапазон применения. Проба 1 имеет сильную зависимость свойств вязкости от температуры, по сравнению с пробами 2 и 3. Такая зависимость может создать проблемы, так как при увеличении температуры происходит резкое повышение текучести и ухудшаются эксплуатационные свойства, тоже происходит и при уменьшении температуры.

Возможно также использование вместо СОЖ растительных масел. Было установлено, что рапсовое масло наиболее эффективно в качестве СОЖ, по сравнению с кукурузным, оливковым, арахисовым, касторовым и подсолнечным.

Таким образом, можно заключить, что при использовании экологически безопасных материалов вместо СОЖ, сильно снизится негативное воздействие как на человека, так и на окружающую среду.

### **3.2 Разработка технологических решений, снижающих негативное воздействие смазочно-охлаждающих жидкостей**

#### **3.2.1 Способ очистки сточных вод, содержащих продукты разложения СОЖ, от масел и взвешенных веществ**

Данное изобретение можно отнести к способам очистки сточных вод от взвешенных веществ и масел, и может использоваться в машиностроении либо металлургии.

Способ очистки включает предварительное отстаивание и двухстадийную коагуляцию, с электрокоагуляцией на второй стадии и отстаиванием после каждой. Соотношение коагулянта и флокулянта на первой стадии 4.5-6 : 1.5-3.0, их перемешивают с частично осветленной водой (градиент скорости составляет  $150-200 \text{ с}^{-1}$ ) 1-3 мин, хлопьеобразование происходит 20-60 мин (градиент скорости  $30-50 \text{ с}^{-1}$ ). После очистки вода содержит эфирорастворимые масла 25-80 мг/л и взвешенные вещества 10-20 мг/л.

Существует способ очистки сточных вод от масел методом отстаивания в тонкослойном отстойнике с наклоненными гофрированными пластинами, чтобы отделять крупные капли масла и крупную взвесь, осуществляется коалесценция мелких капель масла, на поверхности гофрированных пластин, которые обеспечивают отделение укрупненных после коалесценции крупных капель масла.

Главный недостаток данного способа – это невысокая степень очистки, которая обусловлена применением коалесценции для очистки сточных вод, которые содержат продукты разложения СОЖ.

Существует способ очистки сточных вод, которые содержат СОЖ, от масел методом коагуляции, с применением химических реагентов или насыщение воздухом стоков. С дальнейшим осаждением или флотацией, для отделения коагулированных примесей.

Недостатком этого способа также является невысокая степень очистки, которая обусловлена продуктами разложения СОЖ, которые не удаляются после реагентной обработки.

Существует метод очистки сточных вод от продуктов ее разложения, который состоит в том, что исходная вода подается электролизную камеру под давление в присутствии флокулянта и сопровождается флотационным эффектом.

Главный недостаток данного метода – это невысокая степень очистки, которая обуславливается электрохимическим процессом, в результате которого загрязняются электроды, и сужается межэлектродное пространство.

Существует способ очистки вод, которые содержат продукты разложения СОЖ, от масел. В начале стоки отстаивают, фильтруют и происходит первая стадия электрокоагуляции (плотность тока  $100 \text{ А/м}^2$ ). Далее воды подвергают аэробной биологической очистке (при температуре  $30\text{-}35^\circ\text{С}$ ) длительностью 7-10 дней. К 1/3-2/3 сточным водам, которые прошли биологическую очистку, добавляют сточные воды прошедшие электрокоагуляцию. Смесь, полученная при смешении, проходит вторичную биологическую очистку длительностью 3-5 дней и при температуре  $50^\circ\text{С}$ . Далее воды подвергают второй стадии электрокоагуляции (плотность тока  $200\text{-}300 \text{ А/м}^2$ ), при которой происходит окончательное осветление стоков.

Недостаток этого способа – это невысокая степень очистки ( $25 \text{ г/л}$ ), которая обуславливается тем, что на первой стадии электрокоагуляции зарастают пластины, что приводит к сужению пространства между

электродами. Также используется много электроэнергии из-за двухстадийной электрокоагуляции, длительности процесса и сложности очистки.

Предлагаемое техническое решение – это повышение степени очистки.

Повышение степени очистки будет достигнуто следующим способом.

Исходная сточная вода, которая содержит СОЖ, состоящая из 41000-44000 мг/л эфирных масел, 200-250 мг/л взвешенных веществ, предварительно отстаивается, с выделением в верхний слой взвешенных веществ и масел. Происходит корректировка рН осветленной водой. Первая стадия (реагентная коагуляция) проходит при рН 5.5-6.0, с присутствием коагулянта (алюминия сернокислого 4600-5200 мг/л) и флокулянта (полиакриламид 1500-220 мг/л) в соотношении 4.5-6.0 : 1.5-3.0. Флокулянт и коагулянт смешиваются с исходной водой в камере 1-3 мин (градиент скорости 150-200 с<sup>-1</sup>). Хлопьеобразование происходит 20-60 мин (градиент скорости 30-50 с<sup>-1</sup>). Во время первой стадии, предложенные параметры процесса положительно влияют на образование хорошо структурированных хлопьев, которые легко отделяются при дальнейшем отстаивании.

Далее происходит процесс отстаивания в течение 2 часов.

После отстаивания проводится процесс электрокоагуляции (плотность тока на алюминиевых электродах 100 А/м<sup>2</sup>, расстоянии между электродами 12-15 мм, насыщение коагулянтом 0.15-0.17 мг/л).

Проходящая во время первой стадии реагентная коагуляция обеспечивает дестабилизацию очищаемой СОЖ и способствует улучшению электрокоагуляции на второй стадии. Предложенные параметры процесса реагентной коагуляции (градиенты скоростей смешения, градиенты скоростей перемешивания при хлопьеобразовании, а также временные интервалы данных процессов) способствуют повышению очистки, сокращают длительность процесса и уменьшают энергозатраты.

Данные, которые свидетельствуют о преимуществе соотношений градиентов перемешивания, временных интервалов, а также коагулянта и флокулянта, представлены в таблице 7.

**Таблица 9. Соотношения коагулянта и флокулянта, остаточное содержание масел и взвешенных веществ.**

№ п/п	Параметры процесса					Остаточное содержание, мг/л	
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : ПАА	Градиент скорости и при смешении, с <sup>-1</sup>	Время смешения, мин	Градиент скорости при хлопьеобразовании, с <sup>-1</sup>	Время хлопьеобразования, мин	Масел	Взвешенных веществ
1	4.5 : 1.5	150	1	30	20	80	20
2	6.0 : 3.0	200	3	50	60	60	15
3	5.3 : 2.3	175	2	40	40	25	10
4	4.0 : 1.0	215	4	55	70	130	40
5	6.5 : 3.5	140	0.8	25	15	90	30

### **3.2.2 Разложение отработанных синтетических или полусинтетических СОЖ**

Существует способ разложения отработанных СОЖ, в котором в начале концентрированную серную кислоту приливают до pH=2-3, далее происходит процесс нейтрализации раствором кальцинированной соды (концентрация 20%) до того, как pH станет 5-6. Примеси органических соединений (нефтепродукты) удаляются при помощи флотации.

У этого способа существует ряд недостатков, например, большое количество нефтепродуктов остается в водной фазе (100-200 мг/л); необходимость деминерализовывать соли серной кислоты, которые образуются в процессе очистки; невысокая производительность отделения нефтепродуктов от водной фазы (отстаивание происходит в течении нескольких часов). Главным недостатком является невозможность разложения синтетических и полусинтетических СОЖ.

Существует способ разложения отработанных СОЖ, который заключается в том, что в жидкость вводится фосфорная кислота (0.4-0.5% от

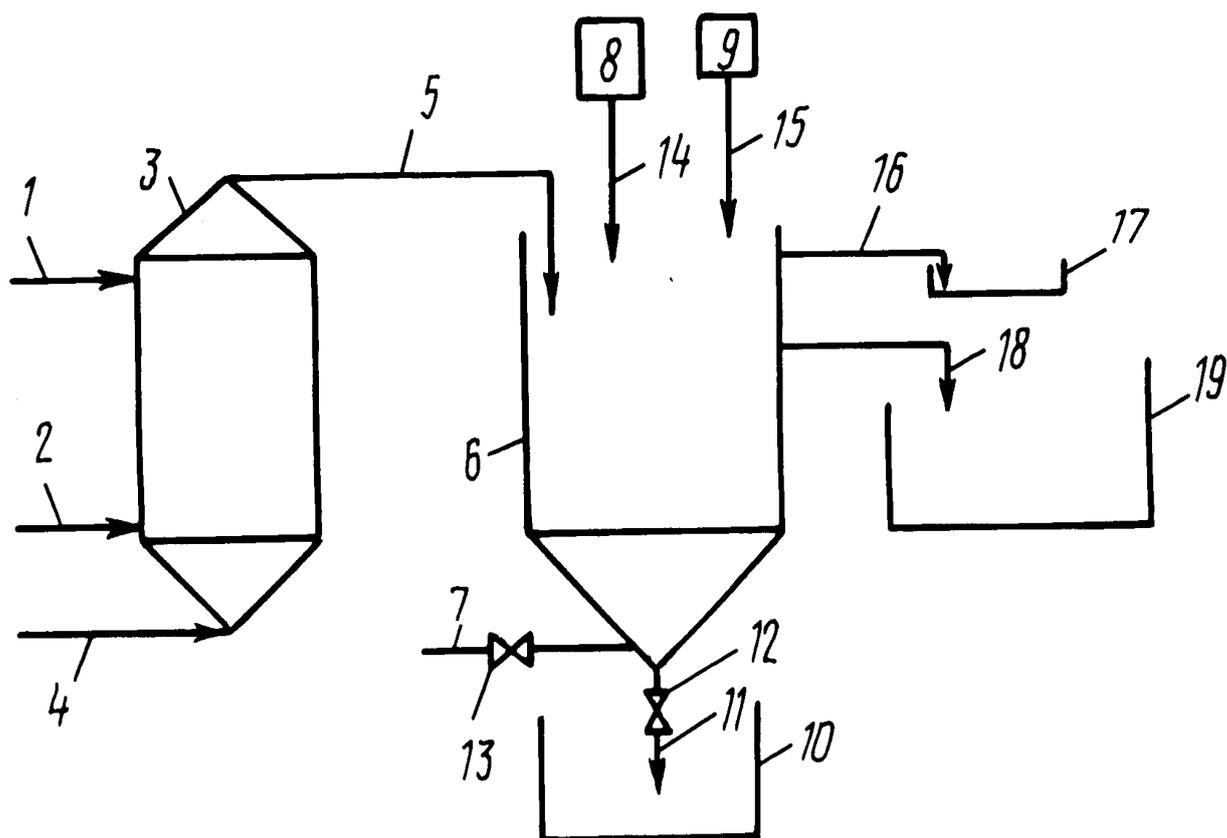
объема обрабатываемой жидкости) и окись кальция (4-5% от массы), затем проводится процесс электрокоагуляции (плотность тока 0.01-0.02 А/см<sup>3</sup>) с дальнейшим обработкой фосфорной кислотой (0.05-0.1% по объему жидкости).

Недостатком этого способа является невысокая производительность процесса (отделение органических примесей от водной фазы длится несколько часов). Главным недостатком можно назвать лишь частичное разложение синтетических и полусинтетических СОЖ.

Существует способ разложения СОЖ при помощи экстракции. В жидкость вводятся экстрагенты, плохо растворимые в воде, но хорошо растворяющие органические примеси. Экстрагенты отделяются от водной фазы, и далее удаляются.

Недостаток заключается в том, что у процесса низкая производительность процесса экстракции, обуславливается медленным разделением экстрагента, в котором растворены органические примеси, в течение 12-14 часов.

Предлагаемое технологическое решение – повышение производительности разложения синтетических и полусинтетических СОЖ.



1, 2, 4, 5, 7, 11, 14, 15, 16, 18 – трубопровод; 3 – экстрактор; 6 – емкость для отстоя; 8 – дозатор для кислоты; 9 – дозатор для известкового молока; 10 – емкость для механических примесей; 12, 13 – вентиль; 17 – емкость с экстрагентом с органическими примесями; 19 – емкость с очищенной водой

**Рисунок 12 - Принципиальная схема гидравлической установки экстракции**

По трубопроводу №1 полусинтетическая или синтетическая загрязненная СОЖ поступает в экстрактор №3 вместе со сжатым воздухом, который поступает по трубопроводу №4, для смешения экстрагента с СОЖ. Полученная смесь по трубопроводу №5 направляется в емкость для отстоя №6. Для получения рН среды равной 5-6 из дозаторов №8 для кислоты и №9 для известкового молока поступают по трубопроводам №14 и №15 соответственно реагенты в количестве 1.0-1.3% по объему. После смешения с экстрагентом, который поступает по трубопроводу №7 в течение часа, смесь отстаивается тоже в течение одного часа. Механические примеси, которые оседают на дно, удаляются по трубопроводу №11 в емкость №10.

Регулируются подача воздуха и сброс примесей при помощи вентиля №12 и №13.

При помощи маслоуловителя органические примеси, которые всплывают на поверхность, по трубопроводу №16 подаются в емкость №17. А очищенная вода по трубопроводу №18 направляется в емкость №19, и далее к потребителям.

Чтобы регенерировать экстрагент, смесь его с органическими примесями из емкости №17 подается на упаривание. После регенерации экстрагент поступает в экстрактор, органические примеси используют для повторного приготовления СОЖ либо утилизируют.

Данный способ может использоваться в народном хозяйстве. Производительность экстракции увеличилась в 12-14 раз.

### **3.2.3 Комплекс очистки СОЖ**

Существуют технологии безотходного использования СОЖ, которые включают в себя приготовление СОЖ, ее подачу к станкам и в зону обработки, сбор отработанной СОЖ, очистку ее от масел и механических примесей, антимикробную обработку, стабилизацию компонентов в составе, диагностику отработанных СОЖ для восстановления, или регенерации, или разложения. Значимыми элементами такой цепи является процесс очистки СОЖ от механических примесей.

Наиболее эффективна многоступенчатая очистка СОЖ. Обычно в комплексах используют последовательное соединение очистителей. Во время использования СОЖ на дорогостоящих либо финишных операциях, при которых может образоваться тонкодисперсный шлам, требования к очистке увеличиваются, потому что шлам благоприятная среда для роста микроорганизмов, которые разрушают СОЖ.

Существует состав очистителей, которые образуют централизованную систему очистки (ЦСО), к ним относят: накопительный бак, в который сливается отработанная СОЖ; фильтр грубой очистки; отстойник; флотатор;

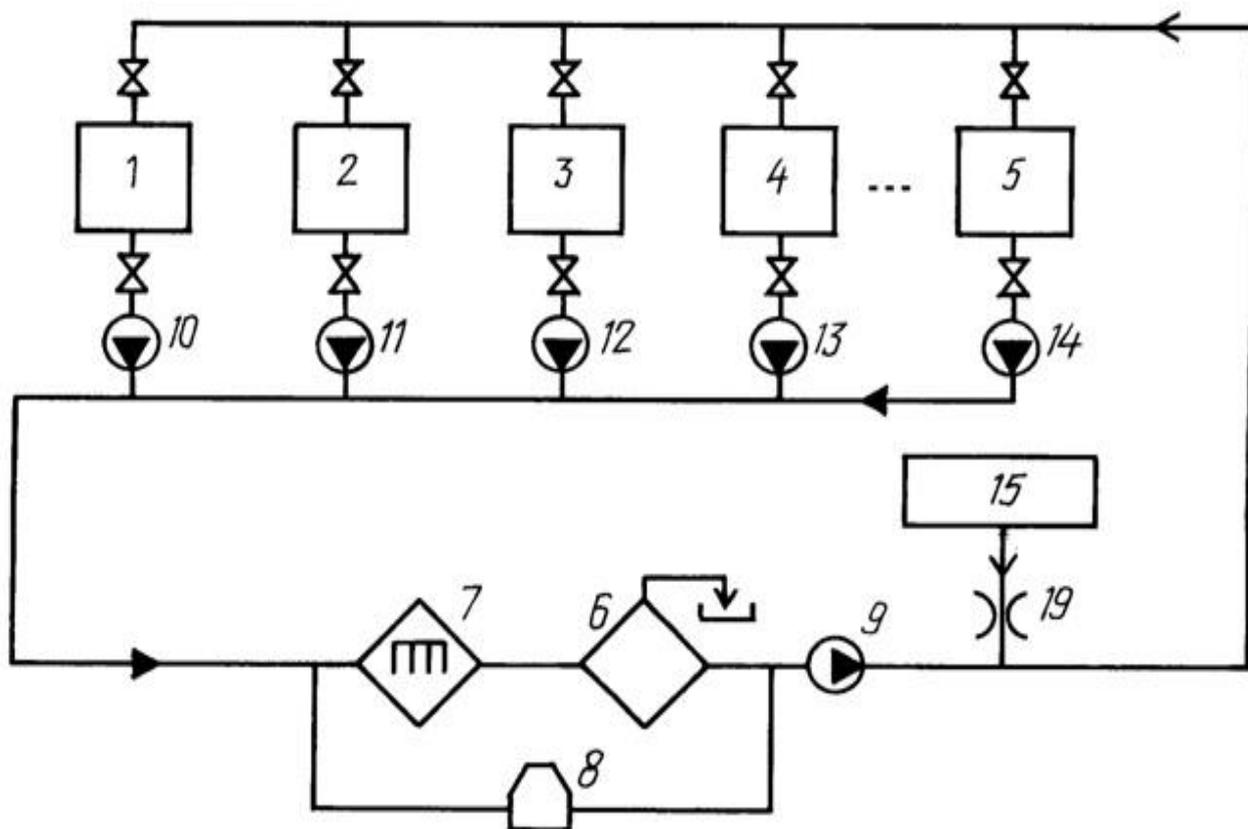
сепараторы; фильтр тонкой очистки; гидроциклоны; насосы центробежные. Оборудование обеспечивает полноточную очистку СОЖ, с производительностью, которая необходима для суточной потребности производства. Чтобы обеспечивать требуемую степень очистки (92-97%) и необходимую производительность, оборудование имеет большие размеры и достаточно дорого стоит.

Технологическое решение состоит в повышении тонкости и степени очистки, увеличении срока использования СОЖ при небольших капитальных затратах на модернизацию и установку оборудования.

Для реализации решения предлагается комплекс очистки, содержащий минимум одну ЦСО, в составе которой находятся накопительная емкость, полноточные очистители СОЖ, модуль для приготовления и коррекции состава СОЖ, трубопроводы и насосы с заборной арматурой, также он должен быть укомплектован группой дополнительных очистителей СОЖ, которая подключена к ЦСО. Оборудование дополнительной группы очистителей должно обеспечивать производительность очистки СОЖ около 1-10% от общей производительности ЦСО, к которой подключена дополнительная группа.

В дополнительной группе очистители имеют возможность произвольно последовательно соединяться. И выполняется так, чтобы была возможность соединения ее входа и выхода в двух любых точках ЦСО, так как дополнительная группа очистителей и очистители ЦСО не связаны.

Модуль приготовления и коррекции состава СОЖ присоединяется к выходу дополнительной группы очистителей через эжектор.



1, 2, 3, 4, 5 – централизованная система очистки (ЦСО); 6 – флотатор;  
 7 – магнитный сепаратор; 8 – центробежный сепаратор; 9 – насос на выходе дополнительной группы; 10, 11, 12, 13, 14 – насосы, подающие СОЖ к дополнительной группе; 15 – модуль приготовления и корректировки состава СОЖ

**Рисунок 13 - Функциональная схема комплекса**

Комплекс может содержать одну и более ЦСО №1-5. Структура ЦСО не влияет на работу комплекса. Но очевидно, что в ЦСО присутствуют баки, резервуары, емкости для хранения СОЖ.

В дополнительной группе непрерывной очистки присутствуют флотатор №6, который снабжен маслоъемным барабаном, последовательно подсоединенный к магнитному сепаратору №7, а также центробежный сепаратор №8, который утановлен по байпасной схеме с флотатором и магнитным сепаратором. Магнитный сепаратор может обеспечить тонкость очистки (2-3 мкм) и степень очистки (99%).

Насос №9, который находится на выходе дополнительной группы, подсоединяется к магистрали подвода СОЖ после тонкой очистки ко всем ЦСО. СОЖ подводится к очистителям дополнительной группы за счет насосов №10-14. Также к этой магистрали подсоединяется модуль №15 для приготовления и коррекции состава СОЖ.

Главной особенностью дополнительной группы непрерывной очистки СОЖ является производительность, которая равна 1-10% от общей производительности всех ЦСО подключенных к ней.

Центробежный сепаратор №8, который регулируется скоростью вращения ротора, может использоваться как разделитель трех фаз «масло-жидкость-твердый осадок» вместо флотатора №6.

Антимикробные действия в данном комплексе проводятся следующим образом:

- удаляются пленки бактерий;
- новая СОЖ водится в ЦСО через эжектор, с помощью которого очищенная и обновленная СОЖ насыщается воздухом и подавляется развитие микроорганизмов.

### **3.2.4 Вакуумный фильтр для очистки СОЖ**

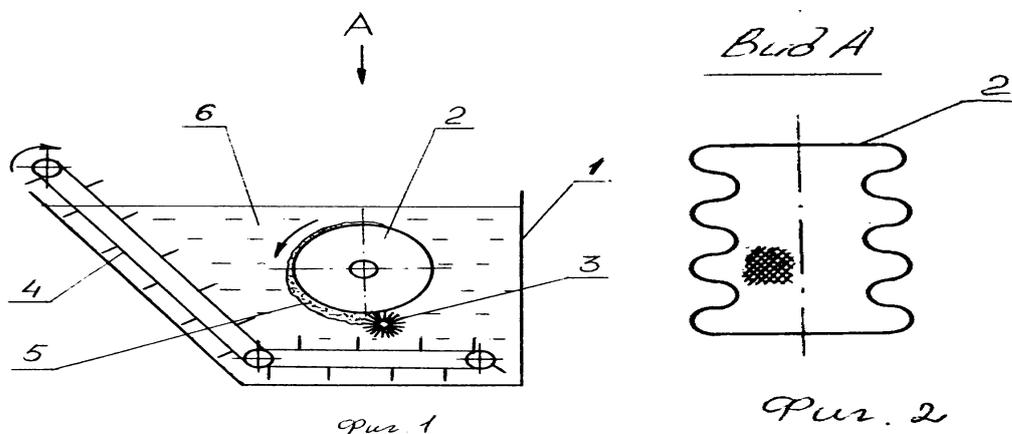
Существуют барабанные вакуумные фильтры, у которых поверхность для очистки жидкостей от механических примесей находится снаружи. Недостатком таких фильтров можно назвать частичное пользование поверхностью фильтровального барабана для очистки жидкости из-за его неполной погруженности в жидкость, низкая производительность фильтрования.

Технологическим решением является увеличение производительности, а также качества очистки СОЖ от механических примесей, за счет увеличения поверхности фильтрования и увеличения качества регенерации фильтрующей поверхности барабана.

Для реализации данного решения фильтр будет содержать. Фильтровальный барабан с гофрированной поверхностью, который полностью погружается в фильтруемую жидкость. Гофрированная поверхность существенно повышает производительность очистки СОЖ из-за увеличенной площади фильтрования. Щетка для регенерации фильтрующей поверхности, расположенная внизу барабана, дает возможность использования гравитационных сил для удаления осадка с поверхности фильтровального барабана. Все эти решения позволят увеличить производительность и качество фильтрации СОЖ.

Принцип работы вакуумного фильтра:

Загрязненная СОЖ №6 направляется в емкость №1 и через фильтрующую поверхность барабана №2 прогоняется насосом. Во время вращения барабана №2 механические примеси (осадок) №5 очищаются вращающейся щеткой №3 и удаляются скребковым конвейером №4 из емкости фильтра №1.



Фиг.1 – вакуумный фильтр для очистки СОЖ с гофрированным барабаном; фиг.2 – вид А на фиг.1

1 – емкость; 2 – фильтрующий гофрированный барабан; 3 – вращающаяся щетка (устройство для регенерации фильтрующей поверхности); 4 – скребковый конвейер; 5 – осадок

**Рисунок 14 - Схема вакуумного фильтра**

Использование данного вакуумного фильтра производительность очистки СОЖ увеличится в 1.5-2 раза.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была рассмотрена проблема негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) на человека и окружающую среду.

В ходе данной работы были разработаны рекомендации для снижения негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей, такие как:

- не использовать СОЖ во время обработки металлов;
- использовать минимальное количество СОЖ;
- использовать вместо СОЖ экологически безопасные или растительные материалы.

Наиболее перспективной рекомендацией является использование растительных и экологически безвредных веществ в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей.

В результате ряда анализов различных марок смазочно-охлаждающих жидкостей, было выявлено, что СОЖ «Экойл», разработанная в Санкт-Петербурге, и глицерин не только наиболее безвредны для здоровья человека и для окружающей среды, но и удовлетворяют все параметры смазочно-охлаждающих жидкостей, такие как изменение вязкости и плотности при изменении температуры.

Также в ходе данной работы были разработаны технологические решения, применение которых на производстве позволит снизить вредное действие смазочно-охлаждающих жидкостей во время ее применения и утилизации.

Были рассмотрены патенты, найдены их недостатки и предложены технологические решения, которые помогут исправить эти недостатки, такие как низкая степень очистки, низкая производительность процесса, а также малый срок эксплуатации и другие.

Дальнейшие исследования проблемы негативного влияния смазочно-охлаждающих жидкостей на окружающую среду позволит изучить и

разработать меры по устранению последствий воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на биосферу.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Азаркин Н.Н. Отработанным нефтепродуктам – вторую жизнь // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1987. № 12. С. 64.
2. Бердичевский Е. Г. Смазочно-охлаждающие средства для обработки материалов: Справочник //М.: Машиностроение. – 1984.
3. Бобровский Н. М. Разработка и освоение технологии выглаживания без применения смазочно-охлаждающих технических сред //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2008. – №. 10. – С. 236-242.
4. Булыжев Е. М. и др. Математическое моделирование и исследование технологии и техники применения смазочно-охлаждающих жидкостей в машиностроении и металлургии //Ульяновск: УлГТУ. – 2001.
5. Булыжев Е.М., Худобин Л.В. Ресурсосберегающее применение смазочно-охлаждающих жидкостей при металлообработке. М.: Машиностроение, 2004. 352 с.
6. Бухтер, А. И. Переработка отработанных минеральных масел / А. И. Бухтер. – М. : ЦНИИТ Энефтехим, 1975.
7. Варламова С. И. Технология обезвреживания отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей //ЭКиП: Экология и промышленность России. – 2005. – №. 5. – С. 22-24.
8. Варламова С.И., Варламова К. С., Климов Е. С. Экологическая безопасность и проблемы предприятий машиностроения //Успехи современного естествознания. – 2005. – №. 6.
9. Васильев А. В., Гусарова Д. В. Биотестирование степени токсичности смазочно-охлаждающих жидкостей и анализ основных методов снижения их негативного воздействия //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – №. 3-1.

**10.** Васильев А. В., Хамидуллова Л. Р. Анализ негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и биосферу и методов его снижения //Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – №. 4.

**11.** Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. // Безопасность в техносфере. – 2008. – № 1. – С.40.

**12.** Васильев А. В., Хамидуллова Л. Р., Заболотских В. В. Мониторинг токсического воздействия отработавших смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием биологических тест-объектов //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – №. 5-1.

**13.** Вронский В.А. Прикладная экология: учеб. пособие. Ростов н/Д.: Феникс, 1996. 512 с.

**14.** Гридэл Т.Е., Промышленная экология. / Т.Е. Гридэл, Б.Р. Алленби; пер. с англ. Э. В. Гирусова – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 527 с.

**15.** Гуреев А. А., Фукс И. Г., Лашхи В. Л. Химмотология. – 1986.

**16.** Гусарова Д. В., Васильев А. В. Анализ негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей в условиях химического производства и методов его снижения //Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19. – №. 5.

**17.** Гучарова А. И. и др. Синтез и применение флокулянтов для очистки промышленных стоков, содержащих СОЖ //Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. – 2011. – №. 5.

**18.** Давыдова О.А., Левакова О.В., Бузаева М.В., Дубровина В.В., Булыжев Е.М., Климов Е.С. Обезвреживание смазочно-охлаждающих жидкостей от биологического поражения техническими средствами // Технологии нефти и газа. 2010. № 4. С. 45–47.

**19.** Евдокимов А.Ю., Лашхи В.Л., Джамалов А.А. Отработанные смазочные материалы и вопросы экологии // Химия и технология топлив и масел. 1992. № 11. С. 26-30.

**20.** Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Загородный Н.Г. Экологические аспекты использования отработанных смазочных материалов // Химия и технология топлив и масел. 1990. № 11. С. 3.

**21.** Ерофеев В. Т. и др. Микробиологическое разрушение материалов // Высшая школа. – 2008.

**22.** Качан В.И., Алпатьева Т.А., Григорьева Г.П. Бактериальное разрушение СОЖ и методы его предотвращения // Микробиологический журнал. 1981. Т. 41. С. 54–59.

**23.** Каримов Р. Р. Биосорбционная технология обезвреживания отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей : дис. – Казань : [Каз. гос. технол. ун-т], 2005.

**24.** Каримов Р. Р. и др. Исследование адсорбционной обработки отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием адсорбентов // Вестник Казанского технологического университета. – 2004. – № 1.

**25.** Климов Е. С., Варламова С. И. Обезвреживание отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 11.

**26.** Клушин, М.И. Смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием: Рекомендации по применению / Под ред. М.И. Клушина. М.: НИИМАШ, 1979. 96 с.

**27.** Костюк В.И. Утилизация и регенерация отработанных СОЖ. – М., 1994. – 48 с.

**28.** Котельникова И. В., Головашин В. Л., Лазарев С. И. Исследование кинетических характеристик мембранного разделения растворов, содержащих поверхностно-активные вещества и нефтепродукты

//Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2012. – Т. 17. – №. 2.

**29.** Кошенков В.Н., Плитман С.И., Корбакова А.И. Оценка индивидуального канцерогенного риска при контакте со смазочно-охлаждающими технологическими средствами // Медицина труда и промышленная экология. 2004. № 8. С.36-38

**30.** Кряжев Д. В. и др. Анализ методов оценки биостойкости промышленных материалов (критерии, подходы) //Вестник Нижегородского университета им. Лобачевского. – 2013. – №. 2-1.

**31.** Кундиев Ю. И., Трахтенберг И. М. По руцки ГВ Гигиена и токсикология смазочно-охлаждающих жидкостей //К.: Здоров'я. – 1982.

**32.** Латышев В. Н. Повышение эффективности СОЖ. – 1975.

**33.** Лобачева Г.К., Гучанова А.И., Платонов М.Ю., Смирнов А.А. Синтез и применение флокулянтов для очистки промышленных стоков, содержащих СОЖ // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. – 2011. – Вып.5. – С. 145–148.

**34.** Лысенков М.П. Экологически чистые смазочно-охлаждающие технологические среды // Журнал «Инструмент и технологии», № 5-6, 2012

**35.** Махрова Е. А. Комплекс термического обезвреживания сож на примере ОАО «Выксунский Metallургический завод» (ВМЗ) //Успехи современного естествознания. – 2010. – №. 8.

**36.** Мельников П. А. и др. Особенности образования аэродисперсных систем при использовании СОТС на машиностроительных предприятиях //Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – №. 3.

**37.** Мельников П. А. и др. Снижение риска негативного воздействия смазочно-охлаждающих технологических средств в условиях предприятий машиностроения //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. – №. 6-1.

**38.** Младецкий И. К. и др. Увеличение срока службы смазочно-охлаждающих жидкостей //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2006. – №. 1.

**39.** Ошер Р. Н., Ребиндер П. А. Производство и применение смазочно-охлаждающих жидкостей: Для обработки металлов резанием. – Гостоптехиздат, 1963.

**40.** Павлов Г. И. и др. Установка для обезвреживания отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей //Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – №. 19.

**41.** Папок К.К., Барон И.Г. Ядовитость топлив, масел и технических жидкостей. М.: Изд-во Минобороны СССР, 1960. 79 с.

**42.** Растегаева И. И., Викарчук А. А., Диженин В. В. Безреагентный метод обеззараживания смазочно-охлаждающих жидкостей //Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2010. – №. 2.

**43.** Старков Н. В., Гузев А. А. Электрогидравлическая технология приготовления и регенерации смазочно-охлаждающих жидкостей //Электронная обработка материалов. – 2004. – №. 2.

**44.** Сурин С.А. Отработанные масла: вторая жизнь // Мир нефтепродуктов. 2000. № 2. С. 22-24.

**45.** Толоконцев Н. А., Филов В. А. Основы общей промышленной токсикологии //М.: Медицина. – 1978.

**46.** Фазуллин Д. Д., Маврин Г. В., Мелконян Р. Г. Утилизация вододисперсионных смазочно-охлаждающих жидкостей на основе мембранных методов //Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2012. – №. 4 (22).

**47.** Фукс И.Г., Евдокимов А.Ю., Лашхи В.Л., Самойхмедов Ш.М. Экологические проблемы рационального использования смазочных материалов. М.: Нефть и газ, 1993. 352 с.

**48.** Хамидуллова Л. Р., Васильев А. В. Классификация и комплексная оценка смазочно-охлаждающих жидкостей по степени воздействия на

человека и биосферу //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. – №. 5-1.

**49.** Худобин Л. В. Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке. – 1977.

**50.** Шеннон И., Шей Р. Смазочные материалы: снижение вредного воздействия на окружающую среду // Мир нефтепродуктов. 2000. № 3. С. 30–33.

**51.** Школьников В. М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. – 1989.

**52.** Яблокова М.А., Бугров В.В., Хасаев Р.А. Современные технологии и оборудование для обезвреживания отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2014 – № 25. – С. 62–66.

**53.** ГОСТ 6243-75. Эмульсолы и пасты. Методы испытаний. – Введ.01.07.75.

**54.** ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

**55.** ГОСТ Р 51769-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Документирование и регулирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления. Основные положения.

**56.** ГОСТ Р 52106-2003 Ресурсосбережение. Общие положения.

**57.** ГОСТ Р 52338-2005. Чистота промышленная. Методы испытаний СОЖ. Москва, Стандартинформ, 2005.

**58.** Санитарные правила при работе со смазочно-охлаждающими жидкостями и технологическими смазками. №3935–85. Изд. Официальное. М.: Минздрав СССР, 1985. 12 с.

**59.** Lawal S. A. et al. Performance evaluation of cutting fluids developed from fixed oils //LEJPT. – 2007. – Т. 10. – С. 137-144.