ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РН-СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»
(ООО «РН-Смазочные материалы»)

Почтовый адрес: ул. Малая Калужская, д. 19, г. Москва, 119071
Юридический адрес: Район Южный Промузел, дом 8, г.Рязань, 390011
Телефон: 8 (499) 517-88-88, факс: 8 (499) 517-88-88, доб. 6997
ОКПО 44918199, ОГРН 1026200872939, ИНН/КПП 6227007682 / 622901001

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ХРАНЕНИЮ, ПРИГОТОВЛЕНИЮ, ПРИМЕНЕНИЮ И УТИЛИЗАЦИИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Служба технической поддержки продаж

Москва 2015

Оглавление

Введение 3
Хранение смазочно-охлаждающих жидкостей 4
Приготовление водосмешиваемых СОЖ 5
Процедура замены СОЖ 10
Типы систем подачи СОЖ 12
Наиболее значимые проблемы в эксплуатации СОЖ, их причины, методы коррекции 15
Биопоражение 15
Пенообразование 18
Высокое содержание нитратов/нитритов 21
Отклонения в pH 22
Мониторинг состояния и методы измерения параметров СОЖ 28
Измерение pH, проводимости и солевого состава 35
Утилизация СОЖ 37
Приложение № 1 40
Приложение № 2 41
Приложение №3 42
Приложение №4 43

Введение

В настоящее время металлообрабатывающая отрасль представляет собой не просто совокупность технологий и методов, направленных на получение деталей, узлов и агрегатов определенной геометрии. Это, прежде всего, отрасль, объединяющая значительное количество остальных областей производства, связывающая их воедино. Можно без преувеличения сказать, что ни один компонент технологического оборудования сейчас не может обойтись без металлических элементов, которым присущи особенные прочностные, функциональные и специальные свойства. Все эти компоненты получаются путем специфической обработки металла. Такая обработка может проходить как с нарушением целостности поверхности (со снятием стружки), так и без нее, может проводиться и в узкоспециализированных станках, и на многофункциональных обрабатывающих центрах. Наконец, обработка может регулироваться вручную, а может полностью контролироваться заданной программой, проходя в полностью автоматическом режиме.

Но, несмотря на все многообразие отличий, неоспоримым является тот факт, что для получения наилучшего результата обработки, достижения самых строгих стандартов и норм, экономии энергии и продления эксплуатационного ресурса оборудования, во всех этих процессах необходимо использовать высококачественные смазочные материалы.

Основным смазочным материалом, влияющим на качество металлообработки, является смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ). В качестве СОЖ могут применяться чистые масла, эмульсионные композиции на основе минерального масла и пакета эмульгаторов, концентраты, имеющие эфирно-масляную основу и, наконец, полностью синтетические полимерные и гликолевые продукты, дающие при смешении с водой истинный раствор.

Все эти жидкости не могут работать полностью автономно, и нуждаются как в правильном приготовлении, так и в уходе при эксплуатации. При пренебрежении правилами обращения с СОЖ и отсутствии контроля, период использования технологической жидкости может составлять менее 1 недели, в то время как при наличии мониторинга и технического сервиса, жидкости могут эксплуатироваться в оборудовании больше года (а в централизованных системах и несколько лет) без необходимости замены.

Именно поэтому особенно важно не только правильно подобрать продукт, но и постоянно отслеживать его состояние, чтобы вовремя идентифицировав проблему, совершить корректирующее действие, направленное на ее устранение. Помимо свойств самой жидкости, такой подход позволяет оптимизировать технологический процесс, снижая количество брака, сводя к минимуму простои оборудования и увеличивая его надежность.

В данной брошюре мы попытаемся наиболее полно осветить данные вопросы, чтобы потребитель остался удовлетворенным не только качеством продукции, но и стабильностью ее эксплуатационных свойств.

Хранение смазочно-охлаждающих жидкостей

Масляные СОЖ представляют собой стабильные растворы пакетов присадок в минеральном, гидрокрекинговом или ином масле, которые могут храниться без потери свойств несколько лет (до 5 лет).

В свою очередь, водосмешиваемые продукты обычно представляют собой системы гораздо более сложные вещества, и их рекомендуется хранить не более 12 месяцев. Это связано с тем, что концентраты водосмешиваемых СОЖ обычно являются коллоидными системами[1], в которых со временем за счет процессов седиментации[2] и адсорбции[3] концентрация многих присадок может падать. Особенно это касается пеногасителей, биоцидов[4] и некоторых AW/EP[5] присадок. Помимо физико-химических изменений, многие активные компоненты, со временем, могут менять свою конформацию[6], за счет чего их химическая активность может падать. Все эти явления приводят к тому, что при значительном превышении срока хранения, водосмешиваемые СОЖ могут утрачивать часть своих первоначальных свойств, и работать в оборудовании не оптимально.

Чтобы быть уверенным в сохранении всех технологических характеристик нашей продукции мы рекомендуем соблюдать не только сроки, но и условия хранения продукта.

Концентраты водосмешиваемых СОЖ следует хранить только в отапливаемых помещениях, при температуре от $+5^0$С до $+40^0$С.

В случае, если температура в помещении хранения падает ниже 0^0С, мы рекомендуем перемешивать концентрат перед использованием путем перекатывания бочки по полу в течение 10 минут.

Несмотря на то, что большинство концентратов водосмешиваемых жидкостей способны выдержать замораживание, после этого их эксплуатационные характеристики также могут ухудшиться. Мы не рекомендуем переморaживать водосмешиваемые продукты. Если концентрат все же был заморожен, то перемешивание последнего перед применением является обязательным.

---

[1] Коллоидная система – это дисперсная система, в которой твердые частицы/капли жидкости/пузырьки газа равномерно распределены в объеме другой фазы.
[2] Седиментация – выпадение частиц из объема жидкости.
[3] Адсорбция – увеличение концентрации растворенного вещества на границе раздела фаз.
[4] Биоцид – присадки, вызывающие гибель бактерий, а также препятствующие их развитию и размножению.
[5] AW/EP - аббревиатура (Anti Wear /Extreme Pressure) – противоизносные/противозадирные присадки
[6] Конформация – пространственная структура молекулы

Примечание: если после вскрытия емкости с СОЖ она была израсходована не полностью, то мы настоятельно рекомендуем максимально плотно закрыть ее, обеспечив достаточную герметичность во избежание попадания влаги и загрязнений. Недопустимо переливать концентрат СОЖ в оцинкованные емкости и сосуды, так как цинк может реагировать с активными компонентами продукта, образуя цинковые мыла, что крайне негативно отразится на свойствах СОЖ.

Приготовление водосмешиваемых СОЖ

Обычно рабочие растворы и эмульсии смазочно-охлаждающих жидкостей готовятся посредством смешения концентратов с водой. **Смешение производится путем добавления концентрата в воду, а не наоборот.** Данная особенность связана с тем, что пакеты эмульгаторов входящие в состав некоторых рецептур способны стабилизировать не только эмульсии типа «масло в воде»(прямая эмульсия), но и эмульсии типа «вода в масле» (обратная эмульсия). При добавлении воды в концентрат, может произойти образование крайне нежелательной эмульсии второго типа, что часто сопровождается гелеобразованием и появлением труднорастворимых сгустков. Несмотря на то, что данная особенность не характерна для синтетических жидкостей, образующих истинные растворы, мы рекомендуем придерживаться правила добавления концентрата в воду для всех групп продуктов.

Таким образом, при приготовлении эмульсии следует придерживаться следующих правил:

1. Для работы должны применяться чистые специализированные емкости. Никогда не используйте загрязненные емкости или любую неизвестную тару для приготовления технологической жидкости.

2. Концентрат всегда добавляется в воду, а не наоборот.

Помимо ручного смешения компонентов в специальной емкости, существует также большое количество модулей автоматического смешения. Большинство из них представляют собой портативные агрегаты (дозаторы), устанавливаемые на емкость с концентратом и подключаемые к системе водоснабжения. За счет автоматического смешивания воды с концентратом в специальном отсеке дозатора образуется рабочая эмульсия, поступающая в приемную емкость оборудования. Помимо значительной экономии цехового пространства, данная технология позволяет отказаться от использования промежуточных емкостей, которые ввиду отсутствия тщательной очистки зачастую являются источниками биологического поражения. Таким образом,

уровень чистоты жидкости получаемой с помощью автоматического дозатора обычно значительно выше, а соответственно и работать в оборудовании такая СОЖ будет значительно дольше.

Рис 1 Автоматический дозатор СОЖ

Помимо последовательности и способа введения компонентов, не меньшее влияние на свойства эмульсии оказывает качество воды, используемой для приготовления технологической жидкости.

Механические примеси, содержащиеся в воде могут оказать крайне негативное влияние на системы фильтрации оборудования и склонность СОЖ к биопоражению. Солевой состав и, особенно, количество солей жесткости напрямую влияют на пенообразование и агрегативную стабильность[7]. Начальный биологический фон в значительной степени определяет эксплуатационный ресурс жидкости, а pH[8] водной среды оказывает существенное воздействие на активность противокоррозионных присадок, определяя эффективность действия щелочного буфера[9] и дальнейший запас щелочности.

Таким образом, для того, чтобы правильно подобрать продукт и учесть большинство особенностей свежей эмульсии на этапе приготовления, необходимо проводить анализ воды, и корректировать ее свойства, если они не соответствуют рекомендованным. В разных странах приняты разные стандарты и рекомендации к свойствам воды. Основные требования к воде в России для приготовления СОЖ описаны в ГОСТ 6709-72, 4151-72, ГОСТ 6243-75. На территории Евросоюза распространены рекомендации VDI[10]. Регулирующий документ № 3397-2 данной ассоциации для приготовления СОЖ рекомендует использовать воду питьевого качества, хотя в реальных производственных условиях зачастую это бывает недостижимо. Однако соблюдение минимальных требований к составу воды является крайне желательным. Данные требования изложены ниже:

[7] Агрегативная стабильность – устойчивость системы к расслоению, способность дисперсных частиц противодействовать слипанию.
[8] pH – показатель, характеризующий кислотно-основной баланс раствора (кислая среда pH <7, щелочная среда - pH>7)
[9] Буфер – присадка способствующая сохранению/восстановлению и стабилизации нормального значения pH
[10] VDI (Verein Deutscher Ingenieure)– ассоциация Германских инженеров

Таблица 1 Рекомендованные физико-химические показатели воды для приготовления технологических растворов

Показатель	Единицы	min.	max.
pH		5,5	8
проводимость	сим/см		1 000
общая жесткость	мг экв/литр	2	10
бактериальное поражение	баллы		≤4
нитраты	мг/л		≤50
нитриты	мг/л		≤20
хлориды	мг/л		≤100
сульфаты	мг/л		≤100
сухой остаток	мг/л		≤100
Нерастворимые загрязнения	г/л		≤0,1

В случае если вода не соответствует вышеуказанным стандартам, всегда есть возможность скорректировать ее свойства:

1) Если жесткость воды слишком велика, то это говорит о высоком содержании солей бивалентных[11] металлов. Вода с высоким содержанием солей обладает высокой коррозионной активностью и способна снижать активность эмульгаторов, что приводит к дестабилизации эмульсии.

Жесткость можно снизить при помощи обратного осмоса[12], ионообменных колонн [13]и химического умягчения. Первые два способа являются оптимальными, однако для их реализации требуются значительные инвестиции, связанные с покупкой высокотехнологичного оборудования.

Третий способ заключается во введении различных химических реагентов, способных в той или иной степени нейтрализовать соли кальция, магния и железа. С этой целью чаще всего используются карбонаты, наиболее распространенным из которых является карбонат натрия. Мы не рекомендуем применять данные соли, так

[11] Бивалентные металлы – металлы, валентность которых в большинстве соединений равна двум. Наиболее распространенные из них- кальций, магний и железо.

[12] Обратный осмос - процесс, в котором давление принуждает растворитель проходить через полупроницаемую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор. При этом мембрана пропускает растворитель, но не пропускает некоторые растворённые в нём вещества

[13] Ионообменные колонны – колонны с ионообменными смолами, позволяющие проводить избирательную очистку воды от нежелательных солей.

как помимо образования нерастворимых отложений, добавление таких солей может приводить к росту электропроводности раствора, что негативно отражается на противокоррозионном действии продукта. Предпочтительнее использовать комплексные соединения, способные связывать избыточное количество нежелательных ионов[14]. Наиболее распространенным комплексоном[15] используемым как в аналитике, так и в промышленности является соль этилендиаминтетраацетат натрия (ЭДТА). Часто его также называют Трилоном Б. Добавление этого соединения позволяет нейтрализовать избыточное количество солей жесткости и добиться рекомендованных показателей без применения физических методов очистки.

2) Слишком высокая проводимость водной среды также указывает на наличие высокого содержания солей, но в отличие от жесткости, подразумеваются не какие-либо отдельные соли, а общее количество всех электролитов. Влияние этого показателя на свойства эмульсии аналогично влиянию жесткости воды. При высоких значениях электропроводности можно с высокой долей вероятности предполагать снижение противокоррозионных свойств (так как коррозия имеет электрохимическую природу и усиливается при увеличении электропроводности среды). Коллоидная стабильность эмульсии также может оказаться не оптимальной, что в среднесрочной перспективе может привести к расслоению СОЖ и необходимости ее замены.

Методы снижения общей концентрации солей аналогичны методам коррекции жесткости (за исключением введения карбонатов, это в данном случае не применимо). Однако, не стоит забывать, что всегда присутствует возможность простого разбавления раствора деминерализованной или дистиллированной водой, что эффективно уменьшит концентрацию солей и не потребует дополнительного химического вмешательства.

3) Величина pH определяет кислотно-основной (кислотно-щелочной) баланс в жидкости. Рецептуры большинства СОЖ построены таким образом, что все присадки, входящие в их состав наиболее эффективно работают в слабощелочной среде (pH 9-10). Поэтому, подавляющее большинство продуктов имеют в составе щелочной буфер, позволяющий длительное время поддерживать pH на нужном уровне. Однако если кислотность воды изначально будет выходить за рамки рекомендованного диапазона, щелочной буфер может сработаться раньше, что приведет к уменьшению срока эксплуатации продукта. Слишком высокий показатель pH воды также может стать проблемой, но не в технологическом, а в дерматологическом отношении. Значительно увеличенное количества щелочных компонентов может увеличить агрессивность рабочей эмульсии и привести к раздражению кожи рук у операторов металлообрабатывающего оборудования.В

[14] Ион – частица положительно или отрицательно заряженная. Образуется при растворении воде солей.
[15] Комплексон – комплексное соединение, имеющее помимо валентных еще и координационные химические связи.

связи с этим, желательно проводить нейтрализацию воды, если ее pH значительно выходит за пределы допустимого диапазона значений.

4) Если вода берется из природных источников, то серьезной проблемой может стать начальный биологический фон. При высоком содержании бактерий и грибков в воде, вероятность появления биопоражения в эмульсии также возрастает многократно. Для определения биологической активности в воде обычно производится посев[16] на питательных средах, в качестве которых могут применяться различные композиции на основе агар-агара. Однако, наиболее удобен метод погружных слайдов, на которые уже нанесен питательный слой пригодный для развития бактерий и грибков. По прошествии 48-72 часов после начала теста оценивается уровень биопоражения, и если последний превышает 4 балла для бактерий и 3 балла для грибков, то перед разведением концентрата жидкости необходимо будет произвести введение биоцида. Также подходит вариант термической пастеризации[17] воды.

5) По Российскому законодательству содержание нитратов и нитритов не нормируется. Тем не менее, ориентируясь на самые строгие нормы и правила по охране здоровья персонала и защите окружающей среды, мы рекомендуем контролировать содержание этих ионов. В Евросоюзе активно применяются нормы TRGS 611- Германского документа, регламентирующего требования к безопасности технологических продуктов для здоровья персонала. Согласно данному стандарту не рекомендуется контакт с жидкостями, содержание нитратов или нитритов в которых превышает 50 мг/литр. Такое требование связано с тем, что в большинстве смазочно-охлаждающих жидкостей содержатся амины, способные вступать с нитритами в реакцию с образованием опасных продуктов - нитрозоаминов. Нитрозоаминны соединения обладают раздражающим и канцерогенным действием, поэтому мы рекомендуем проверять воду экспресс методами (тест полоски) на концентрацию нитратов и нитритов во избежание возникновения дальнейших проблем с эмульсией и ее неблагоприятного действия на здоровье персонала.

6) Еще одним немаловажным аспектом является механическая чистота воды, используемой для приготовления эмульсии. Наличие ржавчины, абразива и мелкодисперсных взвесей может не только вызвать неполадки в работе системы, но и привести к формированию осадков, которые в дальнейшем станут центром возникновения коррозии и биологического поражения. Поэтому при обнаружении мутности, хлопьев или иных посторонних частиц в воде, необходимо оценить их количество и обязательно подвергнуть воду фильтрации. Чистая вода, являющаяся в рабочей эмульсии дисперсионной средой (основой в которой распределены

[16] Посев – помещение живых биологических культур (бактерий и др.) на питательную среду с целью их дальнейшего роста и анализа.

[17] Термическая пастеризация – контролируемая тепловая обработка жидкостей, предназначенная для уничтожения бактерий и других микроорганизмов, и заключающаяся в нагревании раствора выше 60^0С.

микрокапли масла и другие активные компоненты) – залог долговременного функционирования самой СОЖ, а также всех систем технологического оборудования.

РЕЗЮМЕ: для обеспечения уверенности в правильной работе продукта, корректного подбора и длительной эксплуатации последнего, необходимо знать состав воды, на которой продукт будет приготовлен, и своевременно скорректировать его при необходимости. Одним из важнейших показателей качества воды является ее жесткость. Если жесткость выше рекомендуемой, то следует скорректировать ее в меньшую сторону при помощи водоподготовки. Если жесткость слишком низкая, то следует довести ее до требуемого уровня при помощи добавления солей кальция и магния. Другой наиважнейший параметр, который необходимо учитывать, - это механическая чистота воды. При отсутствии системы фильтрации и большом количестве механических загрязнений возможно значительное снижение эксплуатационного ресурса жидкости.

Процедура замены СОЖ

Для очистки систем рекомендуется применение специального очистителя – продукта, который позволяет максимально очистить внутренние поверхности системы, и одновременно обеспечить высокий уровень антимикробного действия при минимальных потерях времени на остановку оборудования.

1) За одну рабочую смену (8 часов) до запланированной смены эмульсии, необходимо добавить системный очиститель к работающей эмульсии в концентрации 3% (3 литра на каждые 100 литров эмульсии).
2) Продолжить работу до запланированной смены эмульсии в обычном режиме.
3) В запланированное время полностью слить СОЖ и максимально удалить стружку, отложения и другие загрязнения вместе с СОЖ.
4) Механически очистить все доступные внутренние поверхности системы СОЖ ветошью. При наличии насоса высокого давления прибегнуть к механической очистке поверхностей струей жидкости.
5) Заполнить систему до минимального уровня водой или слабым раствором (0,5%) свежеприготовленной эмульсии и обеспечить циркуляцию системы в течение часа.
6) Слить промывочную воду/эмульсию из системы, осмотреть резервуар системы, удалить загрязнения, вымытые из трубопроводов системы.
7) Повторить процедуру 5 и 6 до тех пор, пока слив из системы будет чистым (визуально).

8) Заполнить систему до максимального уровня свежеприготовленной эмульсией с соответствующей концентрацией. Проверить концентрацию рефрактометром, записать показания в таблицу мониторинга состояния СОЖ.

При отсутствии специального системного очистителя подготовку системы можно производить по следующей процедуре:

1) В запланированное время полностью слить СОЖ и максимально удалить стружку, отложения и другие загрязнения вместе с СОЖ.
2) Механически очистить все доступные внутренние поверхности системы СОЖ ветошью.
3) Заполнить систему до минимального уровня свежеприготовленным подогретым (до 60-70°C) водным раствором кальцинированной соды (1-2%) и фурацилина (0,01%) (или формалина (0,5%)) и включить насос на циркуляцию в течение 3-8 часов (в зависимости от степени бактериального/грибкового поражения).
4) Слить промывочную смесь из системы, механически очистить все доступные внутренние поверхности системы СОЖ ветошью. При наличии насоса высокого давления прибегнуть к механической очистке поверхностей струей жидкости.
5) Заполнить систему до минимального уровня водой или слабым раствором (0,5%) свежеприготовленной эмульсии и обеспечить циркуляцию системы в течение часа.
6) Слить промывочную воду/эмульсию из системы, осмотреть резервуар системы, удалить загрязнения, вымытые из трубопроводов системы.
7) Повторить процедуру 5 и 6 до тех пор, пока из слив из системы будет чистым (визуально).
8) Заполнить систему до максимального уровня свежеприготовленной эмульсией с соответствующей концентрацией. Проверить концентрацию рефрактометром, записать показания в таблицу мониторинга состояния СОЖ (см. ниже).

РЕЗЮМЕ: промывка системы циркуляции перед заменой способна не только сохранить оборудование в чистоте, но и защитить СОЖ от биопоражения значительно продлив ее срок службы. Обычно средства инвестированные в покупку системного очистителя, окупаются за счет удлинения интервалов замены продукта.

Типы систем подачи СОЖ

Циркуляция СОЖ всегда организована в функциональный цикл, включающий оборудование в соответствии с требованиями производства с учетом типа СОЖ, обрабатываемого материала, формы и количества стружки, поглощения тепла и возможного попадания загрязнений.

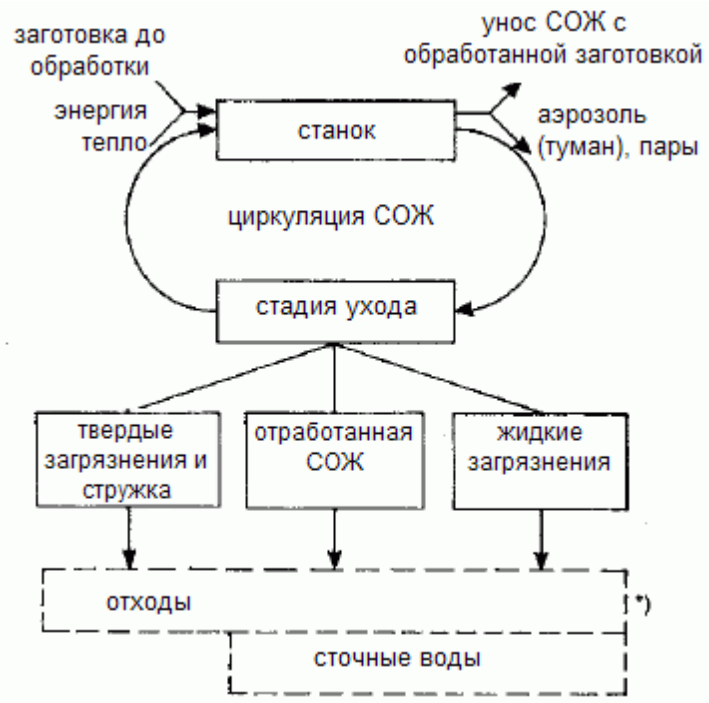


Рис. 2 Общий вид системы циркуляции СОЖ

При подаче СОЖ к станкам и производственным линиям различают индивидуальные и централизованные циркуляционные системы.

Рис 3 Главный бак централизованной системы подачи СОЖ

Рис 4 Станок индивидуального наполнения

Конструкция каждой системы должна учитывать требования промышленной безопасности и защиты окружающей среды и зависит от особенностей процесса обработки и основных задач, таких как:

1) Охлаждение
2) Смазывание
3) Промывка и унос стружки

Основными компонентами циркуляционного контура СОЖ являются следующие системы:

1) Устройства возврата СОЖ и выноса стружки (например, желоба, конвейеры, трубопроводы, системы откачки)
2) Секция ухода (например, емкости, насосы, системы очистки, регулирования температуры и мониторинга)
3) Система подачи СОЖ (например, насосы, трубопроводы, измерительные и управляющие устройства, смесители)
4) Система обработки стружки (например, конвейеры, дробилки, центрифуги, прессы, контейнеры для стружки)

Данные компоненты имеются как в централизованных системах, так и в станках индивидуального наполнения.

Однако централизованные системы обычно снабжены более сложным механизмом очистки СОЖ и имеют ряд преимуществ перед нецентрализованными, так как позволяют сократить расходы на обслуживание, снизить потребление СОЖ и обеспечить более экономичную работу производства в целом.

В централизованных системах срок эксплуатации СОЖ обычно в 2-3 раза больше чем в станках индивидуального наполнения.

Поэтому при планировании производственного процесса в случае наличия значительного количества операций целесообразно внедрение централизованных циркуляционных систем.

Тем не менее, использование централизованных систем может быть трудноосуществимо в случаях, когда используемые в производстве методы обработки и материалы значительно различаются, так как обычно бывает невозможно адаптировать одну жидкость в фиксированной концентрации под весь спектр различий в технологии металлообработки.

При разработке контура подачи СОЖ особое значение имеют форма и габариты емкости и требуемый объем СОЖ.

Необходимо учитывать следующие факторы:

1) Кратность циркуляции (Uz) – теоретическое количество циклов, которое рабочий объем СОЖ совершает за 1 час.
2) Время пребывания (X) – теоретическое время нахождения СОЖ в резервуаре.

Для водосмешиваемых СОЖ эти показатели должны находиться в следующих пределах:

Таблица 2: Средняя кратность циркуляции и время пребывания жидкости в различных системах подачи СОЖ

Параметр	Значение
Время пребывания X, минуты	6-10
Кратность циркуляции Uz, 1/ч	6-10

Рис.5 Вид плохой деаэрации СОЖ

Если кратность циркуляции слишком высокая, то времени обращения не будет хватать для деаэрации[18] СОЖ. Таким образом, в технологической жидкости будет растворено слишком большое количество газов и есть высокий риск получить избыточное пенообразование. Кроме того, в таком случае, насосы могут работать с высоким уровнем кавитации, что в конечном итоге может привести к выходу их из строя.

Если кратность циркуляции недостаточна, то возможно образование застойных зон, что в дальнейшем приведет к развитию анаэробной флоры и появлению биопоражения.

Таким образом, чтобы поддерживать кратность циркуляции и время пребывания СОЖ в системе на определенном уровне, необходимо:

1) Постоянно отслеживать уровень жидкости в системе
2) Вести наблюдения за режимами работы оборудования, не допуская уменьшения напора в линиях в связи с некорректной работой насосов и системы фильтрации

[18] Деаэрация - процесс удаления воздуха из объема СОЖ

РЕЗЮМЕ: Существует два типа систем: централизованные и индивидуального наполнения. Централизованные системы являются более сложными, и требуют более тщательного ухода и мониторинга. Одновременно, чаще всего именно централизованные системы позволяют добиться максимального срока эксплуатации СОЖ ввиду интенсивной циркуляции и эффективных систем фильтрации, которые в них используются.

Наиболее значимые проблемы в эксплуатации СОЖ, их причины, методы коррекции

Даже при правильном приготовлении и подборе СОЖ, при корректной работе циркуляционной системы возможно появление определенных проблем, причины которых могут крыться как в режимах работы обрабатывающих центров, так и в физико-химических изменениях, происходящих со смазочно-охлаждающей жидкостью в процессе эксплуатации. Ниже мы постарались описать наиболее часто встречающиеся проблемы, указать их причины и обозначить методы их устранения.

Биопоражение

В процессе металлообработки в водосмешиваемые СОЖ попадает воздух. Поскольку в присутствии растворенного кислорода и питательных веществ, при содержании воды более 20% начинается интенсивное размножение бактерий, все СОЖ в процессе эксплуатации в той или иной степени поражаются аэробными бактериями[19], которые не представляют значительной опасности ни для персонала, ни для самой технологической жидкости. Если же поступления кислорода в СОЖ не происходит (например, при длительном простое во время выходных дней), происходит размножение анаэробных бактерий, которые питаются нитратами, нитритами, сульфатами и сульфонатами, насыщая СОЖ продуктами метаболизма.

[19] Аэробные бактерии – бактерии, для своей жизнедеятельности, нуждающиеся в кислороде.

Рис 6 Вид биологического посева с развитыми грибковыми мицелиями

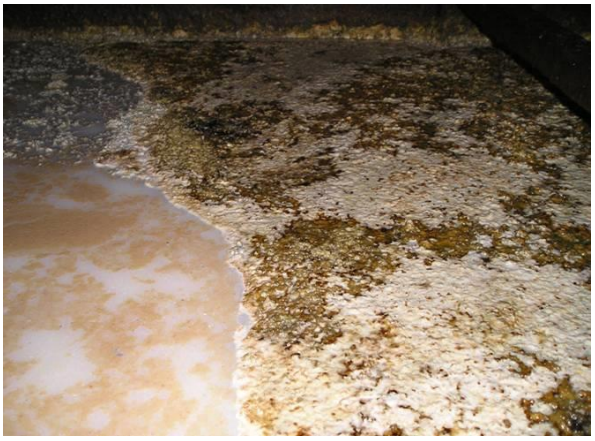


Рис 7 Вид поверхности СОЖ с высоким уровнем биопоражения

Заражение может вызывать появление неприятного запаха, образование отложений и, в результате реакции сероводорода с солями железа, интенсивное потемнение СОЖ. Поэтому, в случае длительных простоев весь объем эмульсионной или водорастворимой СОЖ должен по возможности подвергаться аэрации для предотвращения размножения анаэробных бактерий. Тем не менее, ввиду определенных причин биопоражение анаэробными бактериями все же может возникать, что безусловно требует немедленного реагирования и корректировки бактериального фона.

В процессе жизнедеятельности бактерии выделяют кислоты, которые нейтрализуют щелочные компоненты СОЖ, снижают эффективность противокоррозионных присадок и вызывают падение pH. В конечном итоге, при значительном падении pH, происходит деактивация эмульгаторов, что вызывает расслоение эмульсии. Более того, так как бактерии имеют свойство развиваться в геометрической прогрессии, от времени реагирования в значительной степени зависит эффективность проведения коррекции. Итак, основными признаками биопоражения могут являться:

1) Неприятный запах
2) Потемнение эмульсии
3) Снижение запаса щелочности
4) Снижение pH
5) Появление слоя масла на поверхности

При появлении одного из этих признаков, необходимо срочно провести анализ биопоражения.

Наиболее достоверно биологическое поражение анализируется при помощи погружных слайдов (дип-слайдов) с питательной средой:

Рис 8 Погружные слайды, используемые для определения биологического поражения технологических жидкостей

Для определения биопоражения слайды погружаются в эмульсию, после чего помещаются в пластиковый контейнер и выдерживаются в темном помещении в течении 48-72 часов при температуре около 37ºС. Оценка уровня поражения осуществляется визуально. Следует отметить, что требующими коррекции считаются следующие значения:

1) 10^3 КОЕ/мл для бактерий
2) 10^2 КОЕ/мл для дрожжевых грибков
3) балла для плесневых грибков

В то же время, если количество бактерий и грибков превышает некий пороговый уровень, то считается, что проводить коррекцию не имеет смысла, и более целесообразно полностью сливать жидкость и проводить очистку системы.

Также, ниже приводится таблица различных степеней бактериального и грибкового поражения:

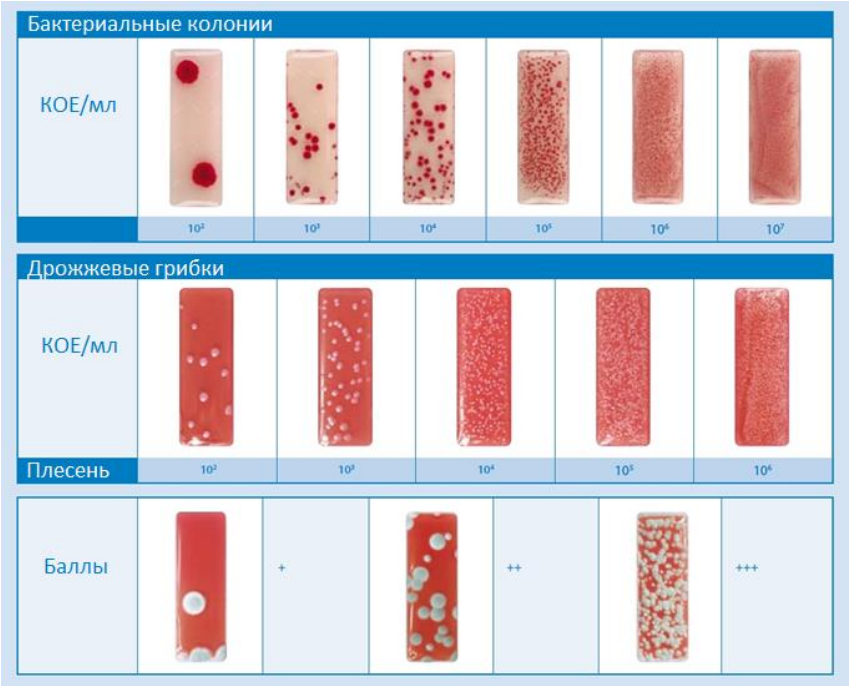


Рис 9 Различные степени биопоражения

Пороговые значения биологического фона приводятся ниже:

>105 КОЕ/мл для бактерий

> 104 КОЕ/мл для дрожжевых грибков

> 2 баллов для плесневых грибков

Если подтвердился существенный уровень биопоражения, то необходимо:

1) Увеличить кратность циркуляции СОЖ.
2) Ввести в эмульсию СОЖ биоциды (или фунгициды). На рынке присутствует множество биоцидных и фунгицидных добавок, которые выбираются исходя из типа бактерий, грибков и их количества в 1 мл эмульсии. В большинстве случаев введение биоцида по специально подобранной схеме позволяет остановить размножение микроорганизмов и уничтожить большую их часть
3) После введения биоцида рекомендуется восстановить свойства эмульсии, добавив щелочной буфер, который поднимет pH среды. В качестве простейшей щелочной добавки иногда используется гидрооксид натрия или калия. Более сложные сервисные продукты включают в себя определенный набор аминов, способных не только влиять на pH среды но и выступать в виде эмульгаторов для увеличения стабильности эмульсии.
4) При невозможности коррекции из-за слишком высокого биопоражения, необходимо провести полную замену жидкости, включающую в себя промывку системы специальным системным очистителем, механическое удаление сформировавшихся биопленок, очистку скрытых полостей и введения биоцидных агентов. Подробная инструкция по очистке системе представлена в данной брошюре выше.

РЕЗЮМЕ: Биопоражение является одной из самых серьезных проблем в эксплуатации смазочно-охлаждающих жидкостей. Биопоражение не только приводит к ухудшению или полной потере свойств СОЖ, но и влечет за собой образование биопленок, которые засоряют оборудование, препятствуя его нормальной работе. Своевременное обнаружение высокого биологического фона позволяет вовремя его скорректировать за счет введения щелочной присадки, биоцида или увеличения циркуляции. Таким образом, можно предотвратить дальнейшее развитие микроорганизмов и разрушение эмульсии.

Пенообразование

В зависимости от своего состава в водосмешиваемых СОЖ может диспергироваться воздух в различных количествах. Выходящий из СОЖ воздух может вызвать образование пены на поверхности жидкости. Посторонние примеси, такие как: масла, продукты биологического происхождения и твердые вещества, могут влиять на пенообразование и способность воздуха диспергироваться в СОЖ.

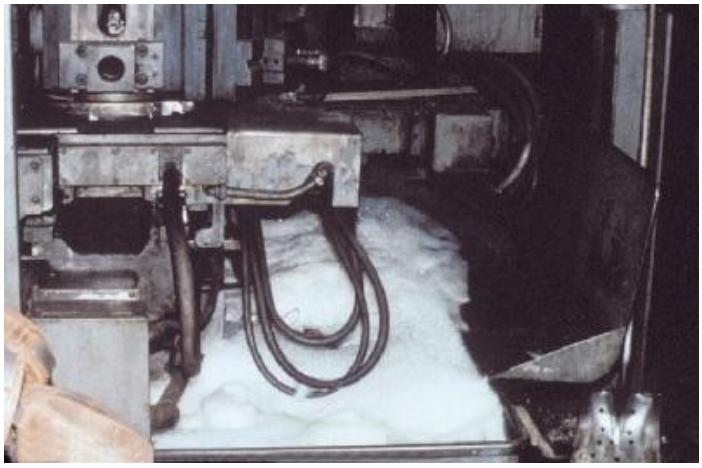


Рис 10 Пена в зоне металлообработки

Рис 11 Высокий уровень пены в маслобаке станка

При попадании обогащенной воздухом смеси в точку обработки наблюдается заметное ухудшение охлаждающих, смазывающих и моющих свойств. Кроме того, пена на поверхности может вызывать проблемы на установках очистки (например, когда твердые частицы флотируют[20] на поверхности и не отфильтровываются на вакуум-фильтре). В современных станках, снабженных датчиками уровня, пена вызывает полную остановку оборудования, что влечет за собой нарушение производственного цикла, приводит к уменьшению производительности и значительным финансовым потерям.

Рис 12 Пена в приемном баке металлообрабатывающего центра, снабженном датчиком уровня

Причин пенообразования может быть несколько.

Физические:

1) Высокая кратность циркуляции. Растворенные газы не успевают удаляться из СОЖ.
2) Засор фильтра перед насосом. Пенообразование имеет кавитационный характер из-за скачков давления.
3) Неправильная регулировка форсунок в станке, не оптимизирован поток СОЖ в приемной емкости.
4) Слишком высокая подача СОЖ в зоне резания. Не отрегулирована задвижка на линии подачи.

Если все вышеупомянутые факторы проанализированы, скорректированы, но необходимый эффект не достигнут, то необходимо перейти к анализу химических

[20] Флотация – процесс всплывания твердых частиц на поверхность совместно с пузырьками газа.

факторов, влияющих на пенообразование. Среди последних особенно стоит выделить следующие:

5) Жесткость водной среды. Даже если для приготовления СОЖ была использована вода нормальной жесткости, в процессе металлообработки всегда присутствует дисбаланс между уносом компонентов со стружкой и испарением. В процессе уноса, концентрация компонентов и растворенных веществ падает, а в процессе испарения воды – увеличивается. В некотором оборудовании за счет интенсивного испарения и постоянных доливок, в системе растет количество солей, что приводит к увеличению жесткости. Иногда, если разбавление производят умягченной или деминерализованной водой может возникать обратная ситуация, и жесткость начинает падать.
   Таким образом, если после измерения жесткости установлено, что ее значение слишком низкое, то скорее всего, это и является причиной пенообразования. В таком случае необходимо добавить солей кальция и магния, чтобы довести жесткость до 5-9 мг экв/литр. Наиболее оптимальным является добавление ацетатов кальция и магния, так как ацетат-ион не так подвижен как хлорид- или сульфат-ион, и поэтому не оказывает значительного влияния на электропроводность среды, а соответственно практически не стимулирует протекание коррозии. Сульфаты и хлориды также могут применяться для увеличения жесткости, но следует принимать во внимание возможное ухудшение противокоррозионных свойств рабочей жидкости.
6) Уровень биопоражения. В процессе жизнедеятельности микроорганизмы могут выделять органические соединения, способствующие пенообразованию. При обнаружении повышенного биофона эмульсии необходимо перейти к устранению биопоражения согласно пункту 1.
7) Наличие значительного количества постороннего масла. Некоторые масла, попадающие из оборудования в смазочно-охлаждающую жидкость, могут иметь в своем составе значительное количество поверхностно-активных веществ, способствующих пенообразованию. Так, например, гидравлические масла класса HLPD содержат моюще-детергентные присадки, способные в водных средах стабилизировать образующуюся пену. В гидросистемах некоторых станков возможны утечки гидравлических масел, приводящие к попаданию масла в СОЖ. При обнаружении подобных утечек необходимо предпринять все усилия по их устранению. Без этого, любые действия направленные на снижение пенообразования будут иметь кратковременный эффект.
8) Если предпринятые действия по-прежнему не принесли результата, то можно предпринять попытку снижения пенообразования посредством введения силиконовых пеногасителей. К данному виду пеногасителей обычно относятся метилорганосилоксановые соединения, нарушающие целостность плотных пленок пенных пузырьков и разрушающие их механически.

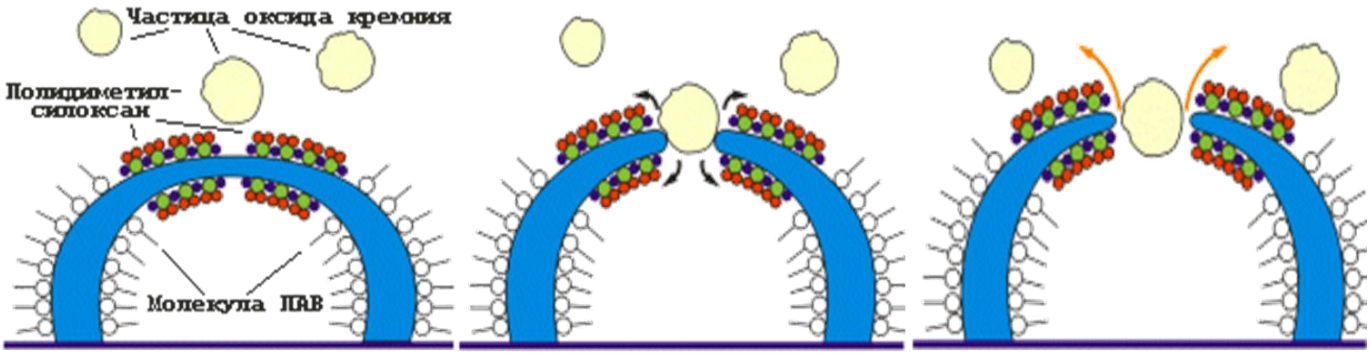


Рис 13 Механизм действия силиконового пеногасителя

Эти вещества очень эффективны и результат их применения становится заметен моментально после введения продукта. Однако, стоит помнить, что действие силиконовых добавок непродолжительно, и спустя некоторое время повышенное пенообразование может появиться вновь. Стоит также соблюдать особую осторожность при введении силиконовых пеногасителей, если после обработки деталь проследует на операцию окраски. Органические соединения кремния могут прочно сорбироваться на поверхности металла, и при окраске нарушать адгезию лакокрасочного покрытия к стали. Поэтому при применении значительных концентраций органосилоксановых пеногасителей необходимо обращать особенное внимание на качество последующей промывки детали.

ПЕНООБРАЗОВАНИЕ
Данная проблема особенно критична, если повышенный уровень пены наблюдается в современной системе снабженной датчиками уровня. В некоторых случаях пенообразование может полностью остановить производственный процесс, делая невозможной эксплуатацию оборудования.
Чаще всего причиной пенообразования являются низкая жесткость воды, высокая концентрация, утечки посторонних масел или некорректно выбранный режим работы оборудования. При идентификации причин пенообразования важно также обращать внимание на механическую составляющую работы оборудования, в том числе на систему фильтрации, напор СОЖ, ориентацию форсунок, работу насосов и другие важные параметры.

Высокое содержание нитратов/нитритов

В связи с тем, что нитриты могут вступать в опасную реакцию с аминами с образованием нитрозоаминов- канцерогенных соединений, обладающих в том числе и раздражающим действием на кожные покровы, концентрацию нитритов и нитратов

необходимо контролировать и при превышении допустимых пределов- осуществлять замену жидкости. К сожалению, доступные способы выборочно удалить данные ионы из раствора практически отсутствуют, а более тонкие методы в производстве экономически нецелесообразны. Поэтому мы рекомендуем проводить полную замену жидкости при превышении содержания нитратов и нитритов выше 100 и 50 мг/литр соответственно.

РЕЗЮМЕ: Нитраты/нитриты являются ионами опасными в первую очередь с точки зрения токсического действия на организм человека и негативного влияния на кожные покровы. В связи со способностью вступать в реакции с различными компонентами СОЖ с образованием канцерогенных и токсичных соединений, данные ионы подлежат контролю и постоянному мониторингу. При превышении установленных пределов рекомендуется замена либо разбавление жидкости.

Отклонения в pH

Водосмешиваемые СОЖ, как правило, имеют pH в диапазоне 8,5-10,5, иными словами, при разбавлении водой образуют слабощелочную среду.

Рамки, в которых должно находиться значение pH, задаются воздействием трех основных факторов:

1) Безопасность для кожи
2) Защита от коррозии

Предупреждение роста бактерий.

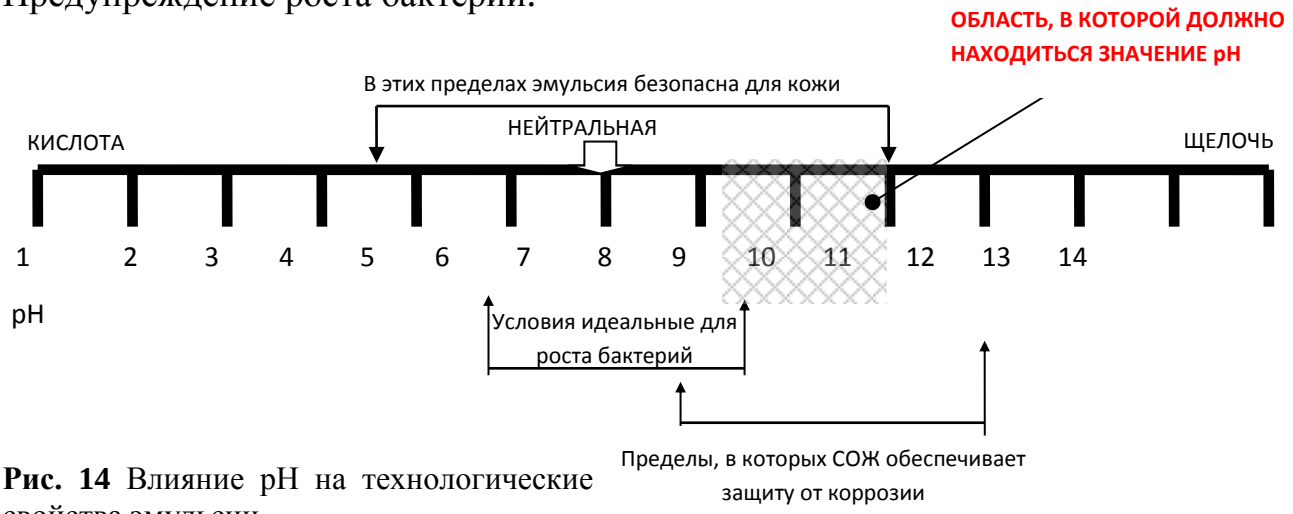


Рис. 14 Влияние pH на технологические свойства эмульсии

Для определения pH используется электрохимический метод (например, согласно DIN 51369). Для оперативного контроля может использоваться точно градуированная индикаторная бумага. Однако, pH водосмешиваемых СОЖ может

меняться в процессе эксплуатации. Это может быть вызвано, например, поглощением углекислого газа из воздуха, химическими реакциями с обрабатываемым металлом, попаданием в СОЖ кислотных или щелочных жидкостей, продуктами жизнедеятельности бактерий.

Есть ярко выраженная зависимость между значением pH и уровнем бактериального поражения СОЖ.

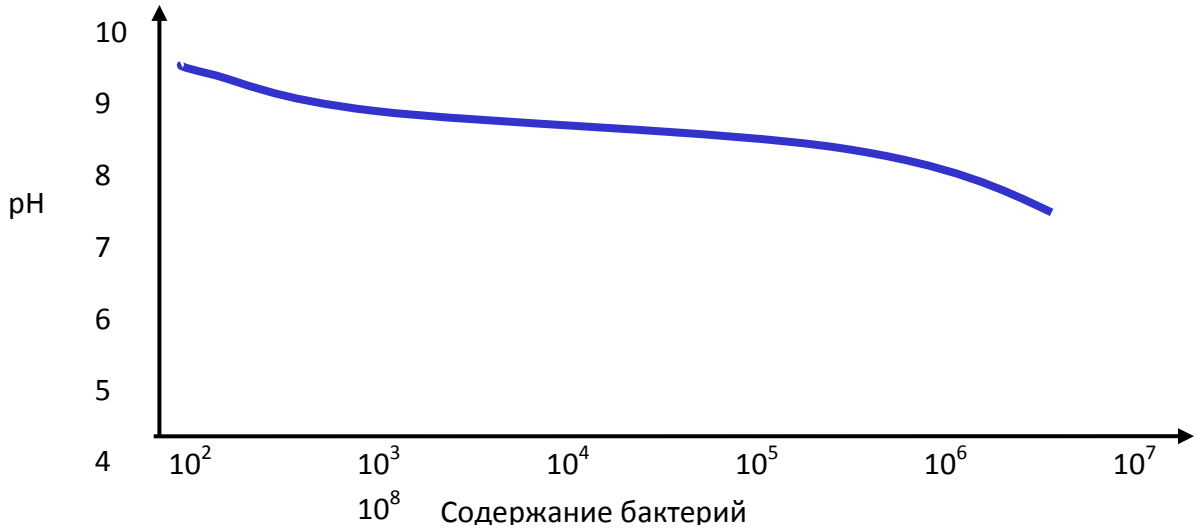


Рис. 15 Усредненная зависимость pH среды от уровня бактериального поражения

Падение уровня pH может приводить к коррозии заготовки или станка. В случае снижения pH мы рекомендуем корректировать его введением щелочных добавок таких как амины или сильные основания (гидроксид натрия). pH также может быть скорректирован увеличением концентрации СОЖ, что особенно актуально в случае если изначально концентрация была ниже рекомендованного уровня.

РЕЗЮМЕ: pH – это один из основных показателей, который следует контролировать наряду с концентрацией, по возможности ежедневно. Уровень pH свидетельствует о соотношении кислотных и щелочных компонентов в растворе или иной жидкой среде. Снижение pH указывает на серьезные отклонения в составе СОЖ, и может быть индикатором значительной степени биопоражения. При своевременном обнаружении изменений, данный показатель возможно скорректировать путем добавления специальных сервисных реагентов.
При этом, чем раньше будут предприняты корректирующие действия, тем больше шансов, что они приведут к положительному результату.

Коррозионное действие

Наибольший вред металлам наносит коррозия. Изменения, связанные с коррозией, могут возникать в станках, инструменте, заготовке и в системах циркуляции водосмешиваемых СОЖ.

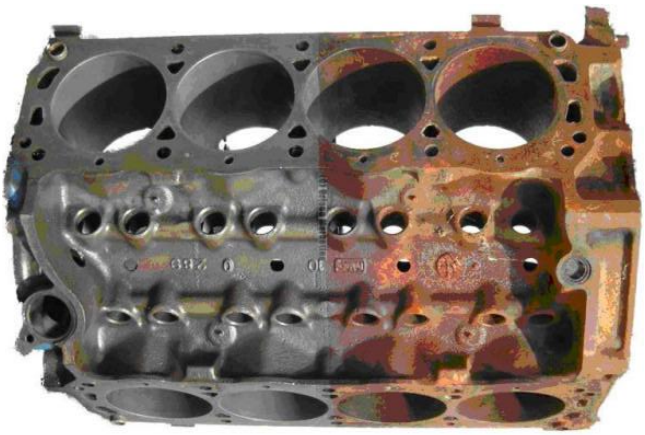


Рис 16 Коррозия части блока цилиндров ДВС

Рис 17 Коррозия поверхности новых деталей

Следует различать случаи, когда коррозия вызвана атмосферой, когда СОЖ, а когда воздействием обеих сред. Если причина коррозии заключается в атмосфере цеха, температурном режиме или слишком длительном межоперационном хранении, то бороться с проблемой необходимо технологически. Если же проблема кроется в самой жидкости для металлообработки и противокоррозионные свойства СОЖ не являются оптимальными, то следует проверить:

1) pH
2) Биопоражение
3) Концентрацию
4) Проводимость

В предыдущих пунктах были описаны способы устранения биопоражения и нормализации pH. В отношении проводимости при ее значительном увеличении, наиболее оптимальным является замена жидкости. Ведь высокое содержание солей, вызывающее увеличение проводимости, может привести не только к коррозии, но и к нарушению коллоидной стабильности эмульсии, и ее последующему расслоению.

Если все эти параметры находятся в норме и в коррекции не нуждаются, то коррозия может быть ограничена или предотвращена с помощью введения специальных веществ - ингибиторов. Однако, увеличение концентрации СОЖ также

обычно дает хороший эффект, так как при этом повышается как содержание в эмульсии масляных компонентов, обеспечивающих барьерный эффект, так и компонентов пассивирующих[21], напрямую влияющих на стойкость металла к воздействию коррозионных факторов.

Для оценки коррозионного воздействия применяются следующие методы испытаний:

1) Тест Герберта (токарная стальная стружка на чугунной пластине) для черных металлов (DIN 51360-1)
2) Тест "стружка-фильтр" (чугунная стружка на фильтровальной бумаге) для черных металлов (DIN 51360-2)
3) Испытание на медной пластине для цветных металлов (DIN EN ISO 2160)
4) Тест на чугунной пластинке (ГОСТ 6243 р.2)

Одним из наиболее распространенных и простых тестов является тест «стружка-фильтр», заключающийся в нанесении чугунной стружки на бумажный фильтр и последующем смачивании фильтра рабочей эмульсией. Через два часа оценивается количество следов коррозии на фильтре, которое говорит о противокоррозионных свойствах СОЖ.

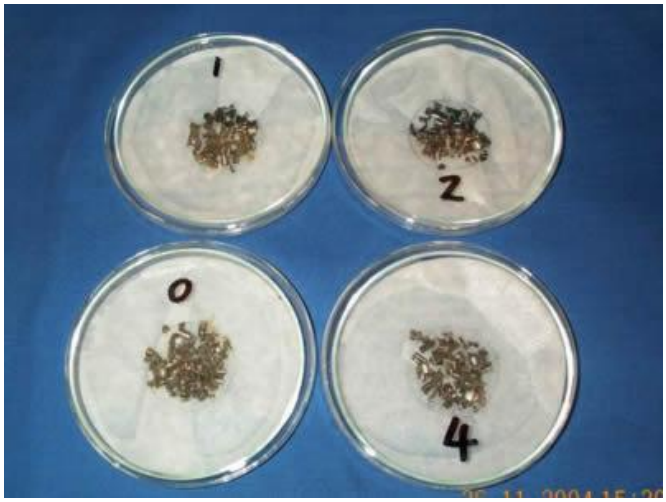


Рис 18 Тест «стружка-фильтр»

РЕЗЮМЕ: Проблема с коррозией чаще всего не является самостоятельной, а выступает в качестве следствия какой либо другой, более ранней проблемы.
Обычно это либо низкая концентрация СОЖ, либо низкий уровень pH, либо истощение противокоррозионных присадок. Таким образом, при должном мониторинге ключевых параметров СОЖ, обычно удается избежать возникновения коррозии. В противном случае возможна коррекция противокоррозионных свойств с помощью введения специальных присадок - пассиваторов.

Для удобства, ниже приведена сводная таблица с описанием наиболее общих проблем и действий по их устранению:

[21] Пассивация – процесс увеличения устойчивости поверхности к действию факторов коррозии.

Таблица 3 Возможные проблемы и способы их коррекции

Проблемы	Возможные причины	Возможные меры
Появление неприятного запаха	Повышенный рост микроорганизмов из-за накопления загрязнений в системе	Проверить и отрегулировать систему очистки СОЖ
	Попадание очистителей и сервисных продуктов; недостаточная аэрация из-за длительного простоя (анаэробные условия)	Подбор совместимых с СОЖ сервисных продуктов, дополнительная рециркуляция, отделение постороннего масла
	Биопоражение, связанное с иными причинами	Добавить биоцид и щелочной буфер для восстановления pH
Отложения в системе циркуляции и на заготовках (осадок, липкие отложения и пленки)	Слишком высокая или слишком низкая концентрация СОЖ	Восстановить нормальную концентрацию
	Попадание постороннего масла	Предпринять действия по выявлению и устранению утечек, отделить постороннее масло с помощью скиммера[22].
	Попадание других технологических продуктов (очистителей, антикоррозионных средств)	Полная или частичная замена СОЖ
	Недостаточная моющая способность	Удалить отложения; добавить смачивающие и/или моющие агенты; обратить внимание на операцию промывки деталей до и после металлообработки;
	Отложение продуктов микробиологического поражения (грибки, биомасса)	Перед заменой СОЖ обработать систему циркуляции СОЖ специальным очистителем. Произвести полную очистку согласно указанной в настоящей брошюре схеме
	Накопление неорганических веществ (графит, соли), изменение коллоидного состояния.	Добавление деминерализованной воды, добавление смачивающих и моющих присадок; добавление эмульгаторов

[22] Скиммер – устройство для механического удаления масла с поверхности жидкостей.

Таблица 3 Возможные проблемы и способы их коррекции (продолжение)

Проблемы	Возможные причины	Возможные меры
Пенообразование	Слишком мягкая вода	Анализ воды, при необходимости повышение жесткости
	Избыточная аэрация и недостаточные противопенные свойства	Добавление пеногасителя, регулировка форсунок
	Загрязнение очистителями и сервисными продуктами	Подбор совместимых продуктов, сбор масляных продуктов с помощью скиммеров
	Загрязнение продуктами микробиологического поражения	Первично- добавление пеногасителя; после проверки уровня биопоражения; добавление биоцида; при необходимости повышение концентрации
	Слишком высокая кратность циркуляции	Регулировка системы циркуляции СОЖ
	Изменение концентрации	Восстановить рабочую концентрацию
Негативное воздействие на кожные покровы	Попадание очистителей и сервисных продуктов с высоким запасом щелочности	Постараться устранить источник загрязнения. Использовать средства индивидуальной защиты.
	Высокое содержание мелкодисперсного абразива	Проверить систему фильтрации, произвести замену фильтров либо установить фильтры более тонкой очистки.
	Высокая концентрация нитратов/нитритов	Произвести замену эмульсии или разбавить эмульсию свежеприготовленной
	Высокая концентрация биоцида	Использовать средства индивидуальной защиты. При значительном превышении рекомендованных доз биоцида следует произвести разбавление или замену эмульсии
Нестабильность	Снижение pH из-за действия микроорганизмов или загрязнений	Восстановить нормальный уровень pH, при необходимости добавить биоцид и эмульгатор
	Физическое загрязнение инородными жидкостями (масла, полиамины), слишком высокий pH (например, при обработке магния)	Использование деминерализованной воды, сбор отделившегося масла
	Высокая минерализация (содержание солей), высокая жесткость	Разбавление деминерализованной водой, химическое умягчение воды добавлением комплексонов.
Коррозия	Слишком низкая концентрация СОЖ	Восстановление концентрации
	Высокая концентрация неорганических солей	Использование деминерализованной воды
	Несовместимость СОЖ с отдельными материалами заготовок	Использование СОЖ с соответствующими ингибиторами коррозии

Мониторинг состояния и методы измерения параметров СОЖ

Основные контролируемые параметры для большинства водосмешиваемых СОЖ и периодичность их контроля приведены в таблице ниже:

Таблица 4 Рекомендованная периодичность мониторинга основных физико-химических показателей

Анализ	**Метод измерения**	**Рекомендованные интервалы**	
		индивидуально наполненные системы	**централизованные и крупные системы**
Объем жидкости	Согласно данным средств измерения оборудования	ежедневно	ежедневно
Запах цвет	Визуально, органолептически	ежедневно	ежедневно
Осадки и отложения с поверхности	Визуально	ежедневно	ежедневно
Температура эмульсии	Термометром или пирометром	по необходимости	ежедневно
Концентрация	Кислотное разложение, DIN 51 3681, титрование, рефрактометр (DIN 51 423)	ежедневно	ежедневно
pH	Электрохимически (DIN 51369), индикаторная бумага (с точностью согласно DIN 51369)	2 раза в неделю	2 раза в неделю
Бактерии / Грибки КОЕ/мл	тест-полоски (дип-слайды), питательные среды, метод ТТХ	по необходимости	раз в месяц или чаще
Защита от коррозии	Тест стружка-фильтр (DIN 51360-2), тест на чугунной пластине ГОСТ 6243 р.2	раз в 2 недели	еженедельно
Проводимость	Кондуктометрически	еженедельно	еженедельно
Инородное масло	Отстаивание (на базе DIN 51367), отстаивание в цилиндре в течение 24 часов;	по необходимости	по необходимости
Ионы (хлориды, нитраты, нитриты)	Полуколичественное определение тест-полосками, титриметрическое определение	еженедельно	еженедельно
Жесткость	Полуколичественное определение тест-полосками, ГОСТ 4151-72	еженедельно	еженедельно

Целью практического мониторинга является установление текущего состояния СОЖ и разработка необходимых мер ухода за жидкостью. Мониторинг может осуществляться оперативно на месте или путем лабораторных исследований и должен проводиться регулярно, в соответствии с согласованным заранее регламентом. Кроме того, необходимо периодически осуществлять контроль концентраций вредных веществ в рабочей зоне в соответствии с действующим законодательством.

Оперативный мониторинг СОЖ на месте ее эксплуатации не должен сводиться только к визуальным или органолептическим наблюдениям.
Даже в случае децентрализованных циркуляционных систем необходимо использовать экспресс-методы для оценки состояния рабочей жидкости. В более сложных же циркуляционных системах, необходимо проводить тщательный качественный и количественный анализ показателей СОЖ для своевременной идентификации проблем и их устранения.

Результаты мониторинга нуждаются в постоянной регистрации, систематизации и оценке. Если вовремя отслеживать формирующиеся тенденции, то можно заблаговременно отследить направление тренда и предугадать появление всевозможных проблем. Это дает возможность путем небольших усилий скорректировать параметры системы и не допустить серьезных отклонений, способных привести к сбоям в технологическом процессе. Обычно графики мониторинга выглядят следующим образом:

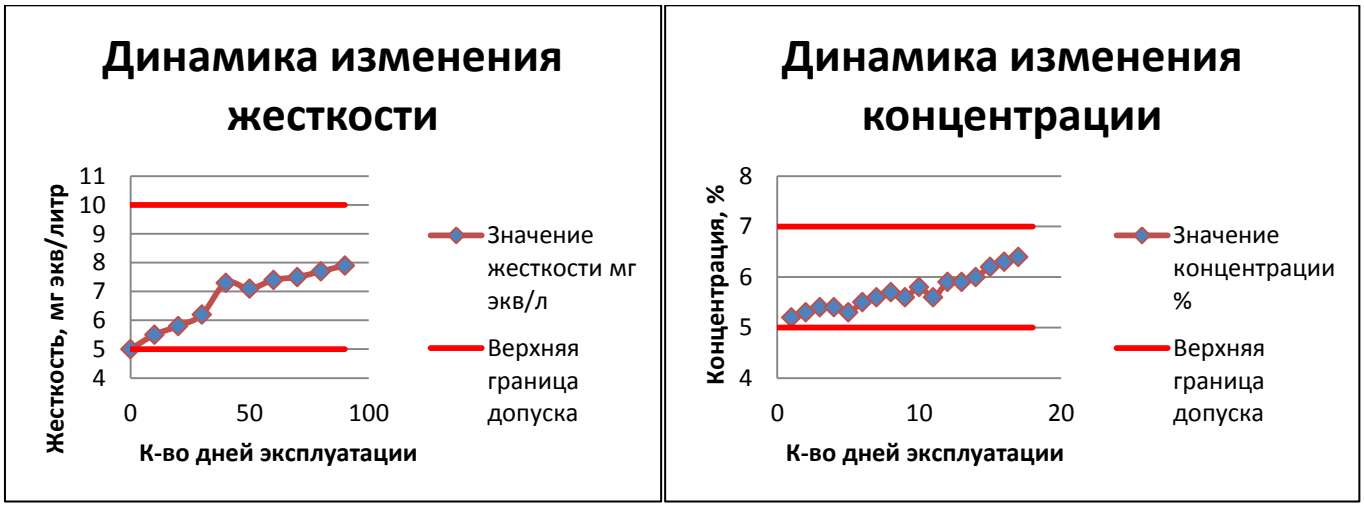


Рис. 19 Пример диаграмм мониторинга показателей СОЖ

На диаграммах обозначены верхняя и нижняя границы допусков, что делает удобным визуализацию выраженности отклонения для определения необходимого объема действий по коррекции состояния системы.

Методы и оборудование, при помощи которого происходит измерение основных параметров СОЖ, представлены ниже:

1) Нанесите 2-3 капли эмульсии на стекло рефрактометра

2) Закройте прозрачную крышку

Посмотрев через окуляр, считайте показания шкалы в месте разделения голубой и белой полосы. Умножьте цифру на поправочный коэффициент. Результат – концентрация в %.

Рис. 20 Порядок применения рефрактометра

Указания по уходу за рефрактометром.

После проведения измерения стекло протереть тканной или бумажной салфеткой. Если стекло замаслилось, используйте водный раствор изопропилового спирта для промывки. Храните рефрактометр в футляре при комнатной температуре. Не храните прибор на открытом солнечном свете, в условиях повышенной влажности, не подвергайте ударам и воздействию вибрации.

При эксплуатации рефрактометра необходимо периодически сверять его показания с результатами лабораторных замеров концентрации. Это позволит избежать ошибок при контроле этого важного параметра.

В зависимости от химического состава и дисперсности эмульсии, коэффициенты рефрактометра для различных продуктов также отличаются. Для продуктов с низким содержанием минерального масла, они чаще всего выше, чем для макроэмульсий с высоким содержанием масляного компонента. Приближенные значения рефрактометрических коэффициентов указаны в таблице:

Таблица 5 Приближенные значения коэффициентов рефрактометра для различных групп продуктов

Продукт	Коэфициент рефракции
СОЖ с высоким содержанием минерального масла (ТНК Универсал и ЕР)	1.0
СОЖ со средним содержанием минерального масла	1.1
СОЖ с низким содержанием минерального масла	1.4
Синтетические СОЖи без содержания минерального масла	2.0

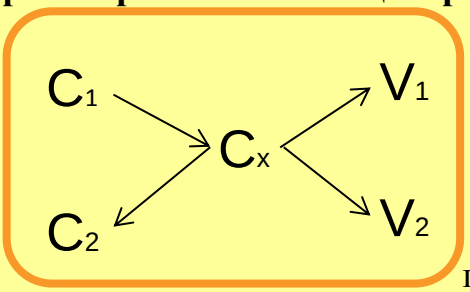
Более точные значения указаны в технической информации на отдельные продукты.

Расчет концентрации и формула разбавления

Если после завершения измерений, было обнаружено что концентрация СОЖ не соответствует рекомендованным значениям, то ее необходимо скорректировать.
В случае низкой концентрации необходимо добавление концентрата, в случае высокой - добавление воды или (что предпочтительнее) слабого раствора СОЖ.
Однако в большинстве подобных случаев перед технологом встает ключевой вопрос: какое именно количество вещества добавить к рабочей эмульсии, чтобы довести ее до оптимального состояния? Ответ на данный вопрос мы попытались дать ниже.
Существуют две основных формулы, которыми можно пользоваться для расчета объемов жидкостей необходимых для изменения концентрации исходного раствора.
1) Закон разбавления.
Данный метод применяется в том случае, если **мы производим разбавление СОЖ водой с целью снижения концентрации**. В остальных случаях данная формула сложна в использовании.
Выглядит вышеуказанное соотношение следующим образом:
$C_1V_1=C_2V_2$ где C_1- начальная концентрация V_1- изначальный объем СОЖ
C_2- требуемая концентрация, V_2- требуемый конечный объем СОЖ с учетом разбавления водой.
Пример расчета:
Имеем станок с баком объемом 1м^3, концентрация СОЖ- 10%.
Требуемая концентрация- 7%, вопрос сколько следует добавить воды чтобы достигнуть требуемой концентрации?

Решение: согласно формуле $C_1V_1=C_2V_2$ имеем
C_1= 10%, V_1= 1000л, C_2=7%, V_2=?
V_2= C_1V_1/C_2; V_2=10*1000/7= 1429л Соответственно объем воды который необходимо добавить к эмульсии Vx равен разности между объемами V_2 и V_1: Vx=1429-1000=429л
Ответ: необходимо добавить 429л

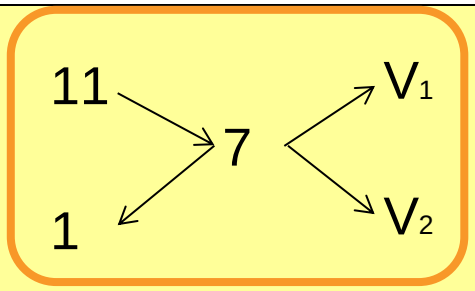
2) Второй метод называется «правило креста»
При помощи данного метода можно рассчитать **пропорцию смешения двух растворов любой концентрации, чтобы получить третью**.



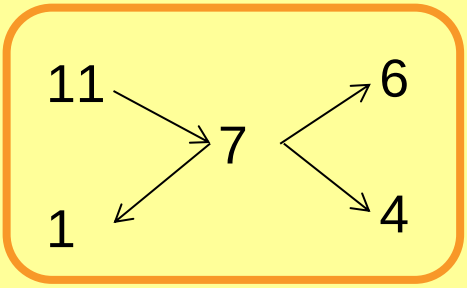
где C_1> C_2, C_x- требуемая концентрация, V_1 и V_2- требуемые условные объемы каждого раствора, которые необходимо смешать.
Работает данная схема следующим образом:
1) Имеем два раствора, один с большей концентрацией C_1, второй с меньшей- C_2. Надо получить концентрацию C_3.
2) Записываем концентрацию C_1 в верхнем левом углу, концентрацию C_2 в нижнем левом углу, а требуемую концентрацию C_x в середине.
3) Стрелки в левой части схемы (между концентрациями) приравниваются к знаку **вычитания и определяют порядок вычитания чисел.**
4) Таким образом вначале необходимо вычесть из значения C_1 значение концентрации C_x. Полученный результат записываем в качестве V_2.
5) Вычитаем из C_x значение концентрации C_2. Полученный результат записываем в качестве V_1.
6) Полученная пропорция между V_1 и V_2 где V_1- числитель а V_2- знаменатель определяет соотношение между объемами растворов для смешения.
Пример: Имеем СОЖ с концентрацией 11%. Производим разбавление жидкостью с концентрацией 1%. Необходимо получить концентрацию 7%.
Вопрос: В какой пропорции необходимо смешать вышеуказанные СОЖ?

Так как:
C_1= 11%
C_2= 1%
C_x= 7%

имеем:



Вычитаем 7 из 11, и 1 из 7. Записываем полученные значения на месте V_1 и V_2. Получаем следующее соотношение:



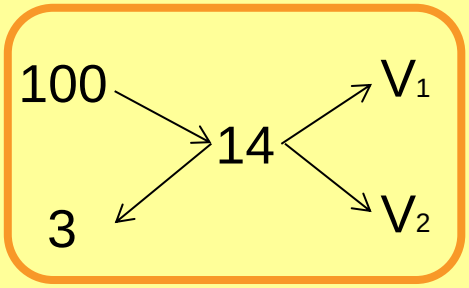
Таким образом, для получения 7% концентрации необходимо смешать 6 частей жидкости (V_1) с концентрацией 11% (C_1) и 4 части жидкости (V_2) с концентрацией 1% (C_2). Сокращая числитель и знаменатель дроби 6/4 в два раза получаем соотношение 3/2.
Ответ: жидкости надо смешать в пропорции 3/2.

Данное правило легко применимо и для увеличения концентрации. Если мы увеличиваем концентрацию за сет добавления концентрата, то наиболее концентрированным раствором мы считаем концентрат СОЖ с концентрацией 100%.

Пример: Используется СОЖ с концентрацией 3%. При помощи добавления концентрата необходимо получить концентрацию 14%.
Вопрос: Какой объем концентрата необходимо добавить в эмульсию, чтобы получить 1м^3 СОЖ?

Так как:
C_1= 100%
C_2= 3%

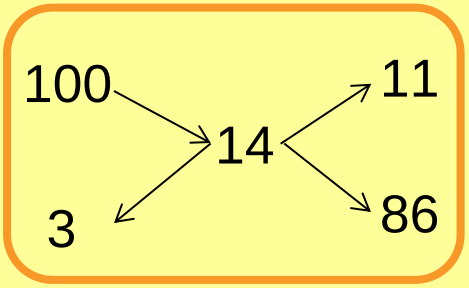
C_x= 14%



имеем:

Вычитаем 14 из 100, и 3 из 14. Записываем полученные значения на месте V_1 и V_2.

Получаем следующее



соотношение:

Таким образом, для получения 14% концентрации необходимо смешать 11 частей концентрата (V_1) с концентрацией 100% (C_1) и 86 частей жидкости (V_2) с концентрацией 3% (C_2). Имеем пропорцию 11/86.

Так как использовать данную дробь неудобно, рассчитаем количество концентрата, которое необходимо смешать с водой для получения 1м^3 эмульсии.

11+86= 97

Введем поправочный коэффициент k для пересчета на 1м^3 (1000л).

k= 1000/97= 10,31

V (эмульсии)= 86*10,31= 887 литров

V (концентрата)= 11*10,31= 113 литров

Ответ: к 887 литрам эмульсии следует добавить 113 литров концентрата

Измерение pH, проводимости и солевого состава

Экспресс-анализ pH можно производить с помощью лакмусовой бумаги или портативных электронных анализаторов:

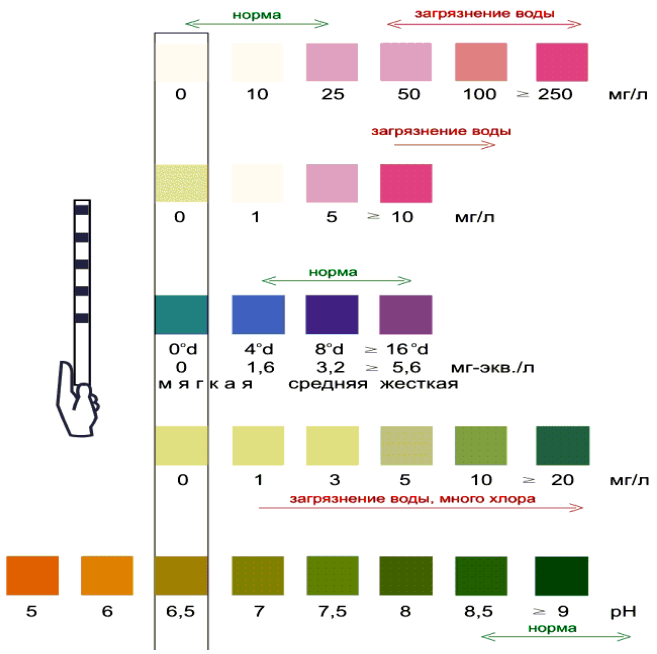


Рис 22 Вид индикаторных полосок для измерения различных показателей СОЖ

Рис 20 Вид электронного кондуктометра с функцией pH метра

Экспресс-мониторинг состояния СОЖ на предприятии необходимо проводить систематически, а результаты записывать в специальные таблицы мониторинга, которые должны быть доступны для персонала, чтобы операторы металлообрабатывающих центров могли своевременно обратить внимание на неблагоприятную динамику основных показателей. Для этого в каждом месте отбора проб размещается распечатанный лист, в котором с заданной периодичностью заносятся значения концентрации, pH и (опционально) других измеряемых величин.

Приложение 1

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СОЖ ТНК УНИВЕРСАЛ ___ НА _____
(наименование оборудования, технологический номер)

ДАТА																											
ПОКАЗАНИЯ РЕФРАКТОМЕТРА	10																										
	9																										
	8																										
	7																										
	6																										
	5																										
	4																										
	3																										
	2																										
pH	10																										
	9,5																										
	9																										
	8,5																										
	8																										
	7,5																										
	7																										
	6,5																										
ПРИМЕЧАНИЯ																											

Цех: _____ Ответственный _____ /_____/ ФИО/ Дата: _____ 20__

Рис. 23 Пример сводной таблицы мониторинга параметров СОЖ

Примечание: более подробную информацию по методам анализа смазочно-охлаждающих жидкостей вы можете найти в стандартах указанных в таблице №4, согласно которым осуществляются измерения всех показателей.

Утилизация СОЖ

Наиболее простой и эффективный способ утилизировать отработанную СОЖ – это обратиться в компанию, специализирующуюся на переработке технологических жидкостей.

Как показывает опыт, многие потребители СОЖ просто сливают ее в канализацию. Иногда с добавлением значительного количества воды, чтобы довести содержание компонентов до уровня ПДК.

Однако, даже пройдя по показателю ПДК, стоки могут не отвечать экологическим нормам по:

1) pH
2) БПК[23] и ХПК[24]

Последние 2 показателя особенно важны, так как любое органическое вещество, попавшее в водоем начинает окисляться за счет растворенного в воде кислорода. При этом количество кислорода стремительно уменьшается, что приводит к мору водных организмов, и развитию анаэробной флоры. Помимо штрафных санкций, в перспективе это может привести к экологической катастрофе на месте слива отходов.

Среди основных способов разделения эмульсии преобладают следующие:

1) Упариванием
2) Ультра - или мембранной фильтрацией (в том числе обратный осмос)
3) Обработкой химическими реактивами

Упаривание возможно при наличии дешевых источников тепла – электроэнергии или пара. Расчеты показывают, что для выпаривания 650 кг воды из 1 тонны 3%-й эмульсии требуется около 1,2 тонны пара с давлением 1,5 атм и температурой 110°С. Упаренный СОЖ с высоким содержанием минеральных масел утилизируется как обычная отработка.

Утилизация СОЖ с применением фильтрации затруднена из-за высокой стоимости оборудования и сменных частей (мембраны/волокна следует менять в среднем раз в год) и сложностей, возникающих в процессе эксплуатации.

[23] БПК – «биологическое потребление кислорода» - необходимое количество кислорода для окисления легко-окисляемого органического вещества в определенном объеме воды и за определенный срок.

[24] ХПК– «химическое потребление кислорода». Величина ХПК представляет количество кислорода, который необходим для окисления общего количества органических составов, растворенных в воде в пересчете на CO2 и H2O.

Суть химического разделения эмульсий заключается в том, что в СОЖ добавляются соли металлов, органические ионы и кислотно/основные реагенты, приводящие к флокуляции (дестабилизации) эмульсии и ее дальнейшему распаду на масляную и водную фазы.

Примеры химической обработки представлены ниже:

Таблица 6 Процедура химического разделения СОЖ с применением сильных кислот

Процедура	Реагенты	Количество
В эмульсию добавить кислоту до уровня pH 3 – 4.	хлористоводородная или серная кислота	
Мешать в течение 15 минут		
Добавить электролит-коагулянт (в виде водного раствора в концентрации близкой к насыщенному раствору)	сульфат алюминия хлорид кальция хлорид алюминия медный купорос хлорное железо	2-5 мл/л
Мешать в течение 30 минут		
Оставить отстаиваться на ночь. К утру эмульсия должна разделиться на верхний масляный слой и слой мутной воды внизу		
Слить верхний масляный слой.		
Медленно помешивая, нейтрализовать оставшуюся воду до уровня pH 8-9. (Уровень pH определить экспериментально)	раствор в воде гашеной извести или гидроокиси кальция	
Дать отстояться. Через 5-6 часов органика выпадет в осадок, оставив прозрачную воду.		

Если задачей не стоит отделение масла как такового, то можно ограничиться просто обработкой электролитами – коагулянтами:

Таблица 7 Процедура химического разделения СОЖ с применением электролита

Процедура	Реагенты	Количество
Разбавить эмульсию водой в соотношении 1:5		
При помешивании, добавить электролит-коагулянт до уровня pH 2 – 3 (коммерческий водный раствор или в концентрации 30-40%)	сульфат алюминия хлорид железа сульфат железа	4-6 мл/л
Интенсивно мешать в течение 5-10 минут		
Медленно помешивая, нейтрализовать смесь до уровня pH 8-10. (Уровень pH определить экспериментально)	раствор гашеной извести в воде или гидроокиси кальция	
Дать отстояться. Через 5-6 часов органика выпадет в осадок в виде жирного ила, оставив прозрачную воду.		

РЕЗЮМЕ: Для определения фактических значений pH и расхода реагентов, необходимо сначала отработать технологию разделения на образцах СОЖ в заводской лаборатории.

Если провести сравнительный анализ различных методов обработки использованных СОЖ, то их преимущества и недостатки можно свести в следующую таблицу:

Таблица 8 Преимущества и недостатки различных систем утилизации СОЖ

Преимущества и недостатки	**Ультрафильтрация и обратный осмос**	**Дистилляция, упаривание:**
Область применения	в зависимости от мембраны:	универсальный метод
Капиталовложения	средние	высокие
Эксплуатационные затраты	средние	средние
Повторное использование водной фазы без дополнительной обработки	нет	с ограничениями
Переработка масляной фазы	возможна	возможна
Преимущества	малое потребление химикатов (промывка); - распространенный стандартный метод; - низкое образование шлама	- малое потребление химикатов; - очень низкое образование шлама; - универсальность; - хорошее разделение фаз;
Недостатки	осадок содержит 50-70% воды - требуется дополнительная обработка фильтрата перед рециркуляцией и сбросом в сточные воды	- остаток содержит около 40% воды - унос летучих компонентов - требуется дополнительная обработка дистиллята перед сбросом в сточные воды

Приложение № 1

Рекомендации по подбору СОЖ для различных операций

Смазочно-охлаждающая жидкость / Тип операции	ТНК Универсал	ТНК Универсал EP	ТНК Универсал LL	ТНК Универсал S
Протяжка				
Зубонарезание				
Накатка резьбы				
Нарезка резьбы				
Глубокое сверление				
Сверление				
Фрезерование				
Расточка				
Точение				
Шлифование				
Полирование				
Хонингование				
Заточка инструмента				

	СОЖ не подходит для данной операции
	СОЖ ограниченно подходит к использованию
	СОЖ рекомендуется к применению

Приложение № 2

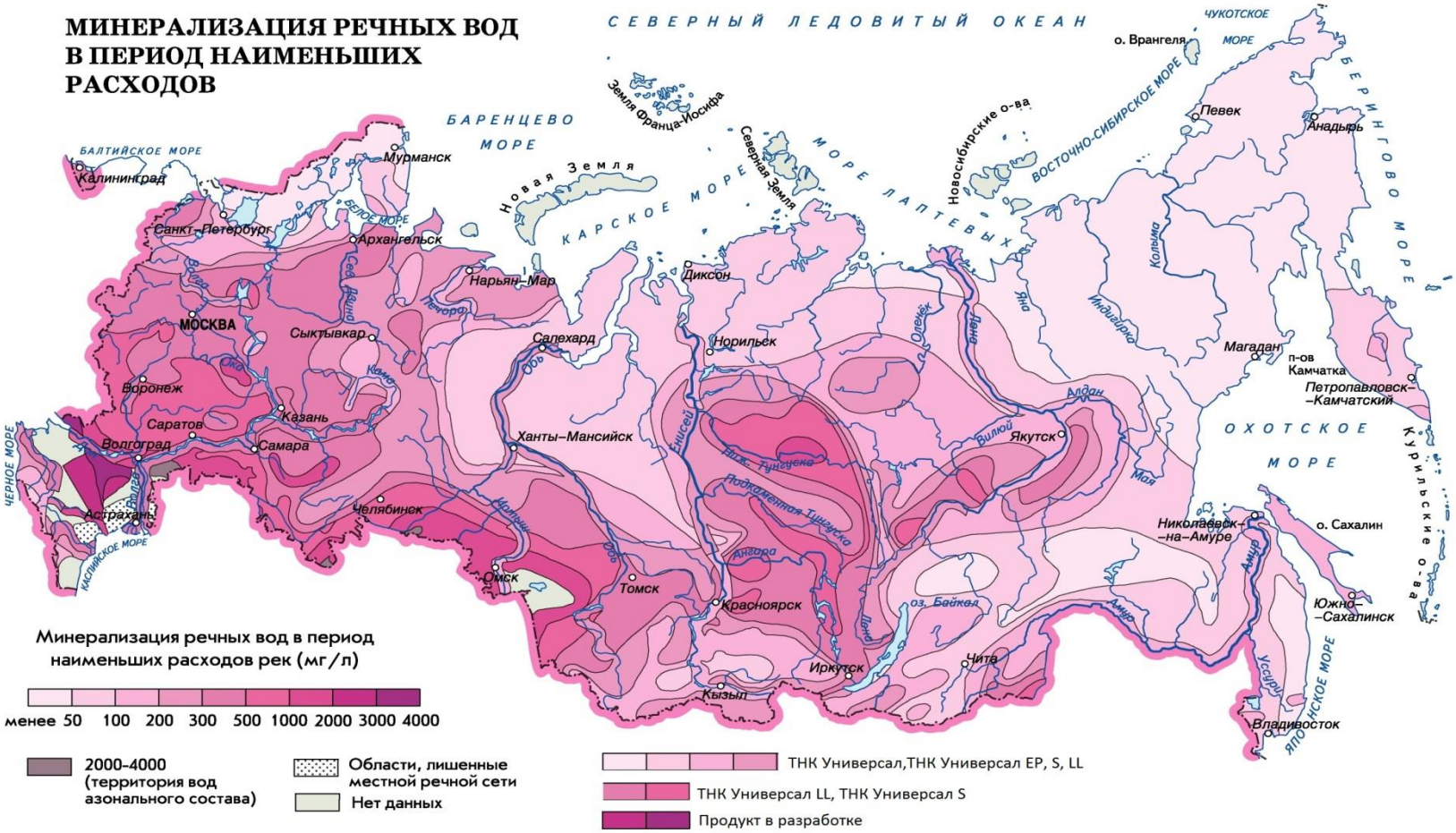
Рекомендации по подбору СОЖ для различных обрабатываемых материалов

Смазочно-охлаждающая жидкость / **Тип обрабатываемого материала**	ТНК Универсал	ТНК Универсал EP	ТНК Универсал LL	ТНК Универсал S
Титан				
Жаропрочная сталь				
Белый чугун				
Авиационный алюминий				
Авиационные сплавы (инконель, хастелой, и.т.д)				
Легированная сталь				
Алюминий				
Сплавы никеля и вольфрама				
Инструментальные стали				
Серый чугун, чугун с шаровидным графитом				
Конструкционная сталь				
Медь				
Латунь, бронза				
Магний				

	СОЖ не подходит для данной операции
	СОЖ ограниченно подходит к использованию
	СОЖ рекомендуется к применению

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РН-СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»
(ООО «РН-Смазочные материалы»)

Почтовый адрес: ул. Малая Калужская, д. 19, г. Москва, 119071
Юридический адрес: Район Южный Промузел, дом 8, г.Рязань, 390011
Телефон: 8 (499) 517-88-88, факс: 8 (499) 517-88-88, доб. 6997
ОКПО 44918199, ОГРН 1026200872939, ИНН/КПП 6227007682 / 622901001

Приложение №3
Рекомендации по подбору СОЖ на основании жесткости воды

Приложение №4
Рекомендации по подбору СОЖ на основании данных об общей минерализации воды