

**Ключевые слова:**

водосмешиваемая  
СОЖ, дезинфекция,  
биodeградация,  
биопоражение СОЖ

# ПОДГОТОВКА СИСТЕМЫ К ЗАМЕНЕ СМАЗОЧНО- ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

**Александр КЛЕПИКОВ**

Описан процесс подготовки системы подачи СОЖ к замене жидкости, включающий очистку и дезинфекцию емкостей, трубопроводов и узлов системы.



По опыту посещения множества предприятий различных отраслей машиностроения, семинаров, консультирования наших партнеров-дистрибьюторов и конечных заказчиков отмечу, что иногда, если не сказать часто, подготовка системы подачи к замене СОЖ либо проводится не полностью, либо не проводится вовсе. Тем временем, опытом многих как наших, так и зарубежных предприятий доказано, что при правильном подходе к этой сервисной операции, срок службы водосмешиваемой СОЖ может увеличиться в разы. При этом жидкость обеспечивает все заявленные технологические и эксплуатационные характеристики на протяжении всего пери-

ода ее эксплуатации. Последнее утверждение представляется вполне существенной причиной для рассмотрения всех необходимых шагов в рамках процесса подготовки системы подачи СОЖ к замене жидкости, который в сущности сводится к очистке и дезинфекции емкостей, трубопроводов и узлов системы. В статье мы постараемся осветить такой, казалось бы, простой вопрос, как приготовление рабочей эмульсии или, в случае с синтетическими водорастворимыми полимерах, рабочего раствора СОЖ.

Предыдущая статья (См.: СТАНКОИНСТРУМЕНТ, 2019, №2 (015)) была полностью посвящена воде, не избежать нам упоминания этого вещества и здесь. Как известно, вода является средой обитания для микроорганизмов. Применительно к нашей теме можно добавить, что большинство компонентов концентрата СОЖ являются для них питательными веществами, а металлические поверхности емкостей и узлов системы и образующаяся в процессе обработки стружка представляют поверхности для образования скоплений микробов, формирующих в итоге стойкие к воздействию любых бактерицидов и фунгицидов биопленки. Проще говоря, в замкнутой системе станка, где работает водосмешиваемая СОЖ, у микробов есть все необходимое для существования, а главное, размножения.

Для дальнейшего развития темы полезно ввести такие термины, как биodeградация и биопоражение СОЖ и прочих жидкостей для металлообработки на водной основе.

Итак, биодegradация – это процесс химического разрушения или трансформации вещества, вызываемого живыми организмами или их ферментами. Когда биодegradация приводит к экономическим потерям, ее называют биопоражением. Конечным результатом биодegradации является превращение органических молекул в углекислый газ (минерализация), сопровождающееся потерей энергии. Прямое влияние биодegradации заключается в метаболических процессах, посредством которых живые организмы превращают субстраты (компоненты СОЖ) в побочные продукты реакций. Косвенное влияние включает в себя все другие средства, посредством которых микроорганизмы вызывают или способствуют разрушению субстратов.

Перечислим компоненты жидкостей для металлообработки, чаще всего подвергающиеся химическому разрушению или трансформации:

- эмульгаторы;
- вещества, улучшающие смазывающую способность;
- противозадирные присадки;
- ингибиторы коррозии.

Очевидно, что «выключение из рабочего процесса» любого из перечисленных компонентов приведет к экономическим потерям, поэтому биодegradация в нашем случае равнозначна биопоражению. И это еще не все, нельзя забывать о том, что определенные микробы и их ферменты способны вызывать инфекционные заболевания, отравление микробными токсинами, а самым распространенным явлением на предприятиях с низким уровнем производственной культуры и гигиены является раздражительный и аллергический контактный дерматит.

Кроме того, если после некоторого времени работы жидкости отмечается повышенное пенообразование, не исключено, что оно вызвано выделяемыми микроорганизмами биологическими поверхностно-активными веществами (ПАВ).

Микробиология – весьма интересная наука, однако учебник среднего размера по этому предмету включает в себя многие сотни страниц, поэтому перейдем к действиям, которые позволяют снизить или вовсе нивелировать негативное воздействие бактерий и грибов на СОЖ, станок, инструмент и деталь. В завершение вводной части весьма важное в рамках наших задач уточнение: более 90% попавших в систему или образовавшихся в процессе работы СОЖ микроорганизмов находятся не в объеме жидкости, а на внутренних стенках, кожухах, трубопроводах и других поверхностях в виде слизи и биопленок.

Это значит, что после слива отработавшей жидкости более 90% микробов останутся в системе.

Безусловно, цель подготовки системы не только в том, чтобы избавиться от микробов. Если объединить все задачи этого процесса и выразить одной фразой, то это будет звучать так: химически и физически удалить из системы все, что попало в нее извне или образовалось в ней в процессе работы станка.

Итак, процесс подготовки можно разделить на несколько этапов:

1. Добавление системного очистителя непосредственно в работающую СОЖ в количестве 1–2% от общего объема системы, после чего станок продолжает работать в штатном режиме 24–48 ч.

Концентрация очистителя и время обработки варьируются в зависимости от степени биопоражения системы. Специальные очистители для систем подачи СОЖ должны содержать в своем составе одновременно биоциды и моющие присадки. Примером такого продукта в ассортименте Castrol является Techniclean МТС 43. Важно отметить, что никакой промышленный очиститель или биоцид не заменит механическую очистку, о которой пойдет речь ниже. Дело в том, что биопленки, состоящие из самих микроорганизмов, внеклеточного полимерного вещества и продуктов обмена веществ, весьма устойчивы к воздействию самых эффективных биоцидов, даже если эти вещества добавлены в относительно небезопасных для человека концентрациях. «Протравятся» только верхние слои, тогда как большинство микроорганизмов выживут и послужат инокулятом для свежей СОЖ. Исходя из этого, данный этап является подготовительным, но никак не единственным, как иногда считается.

Отметим, что этот этап справедлив для обоих типов систем: индивидуальных и централизованных. При расчете нужного объема очистителя в случае с централизованными системами важно не забывать об объеме трубопроводов, общая протяженность которых может достигать нескольких километров.

**Перед последующими шагами необходимо отключить станок от электропитания и устранить риски последующего включения путем вывешивания соответствующих информационных табличек.**

2. Откачка основного объема отработавшей СОЖ. Для этой задачи подходит погружной канализационный насос соответствующей производительности, выходной шланг которого опускается непосредственно в емкость, предназначенную для сдачи жидкости на утилизацию (рис. 1, 2).



Этот шаг применим и к индивидуальным, и к централизованным системам, с той разницей, что производительность насоса должна выбираться с учетом временных затрат на откачку жидкости.

Для централизованной системы производительность должна быть значительно выше, да и одного насоса, вероятнее всего, будет недостаточно.

- Тщательное удаление остатков отработавшей СОЖ и стружки. Стружка также предоставляет поверхность для формирования скоплений микроорганизмов, поэтому ее нельзя оставлять в системе. Если станок не оснащен транспортером стружки, придется взять в руки лопату и удалить основную массу вручную. Вероятнее всего, этому процессу будут мешать остатки



Рис. 1. Бак с отработавшей СОЖ

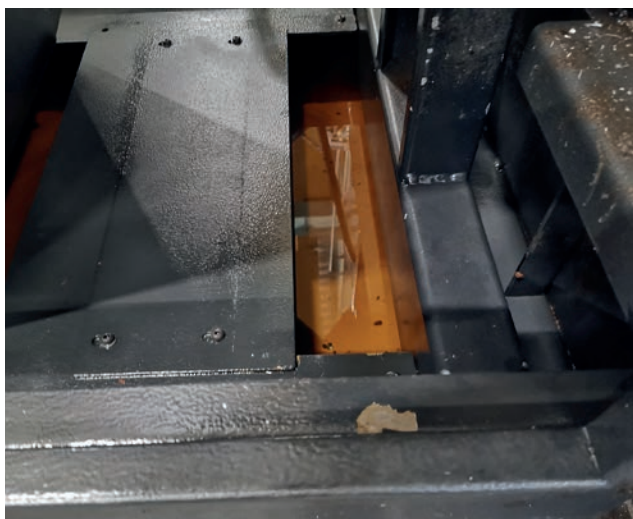


Рис. 2. Бак с отработавшей СОЖ с большим количеством постороннего масла сверху

СОЖ, поскольку погружной насос в силу своей конструкции не обеспечивает полное удаление жидкости. Для этой цели имеет смысл использовать промышленный пылесос с функцией сбора жидкостей. Он же применяется для окончательной очистки всех емкостей, узлов и агрегатов в баке и в рабочей зоне станка. Кроме того, настоятельно рекомендуется удалить отработанную часть фильтровального полотна (рис. 3), очистить корзину полосового фильтра, а также очистить масляный сепаратор, если им оснащена система. Обобщая сказанное, нужно очистить или – для расходных материалов – заменить все, что непосредственно соприкасалось с СОЖ. В случае с централизованной системой этот этап необходимо пройти с каждым подключенным к ней станком. Если трубопроводы оснащены смотровыми люками, не упускайте возможности очистить внутреннюю поверхность труб, до которой можно дотянуться.

- Промывка слабоконцентрированной свежей СОЖ. С учетом затрат на утилизацию промывочной жидкости, тот этап нецелесообразно проводить для централизованных систем, однако для индивидуальных станков он позволяет получить наилучший результат и, как правило, окупается более длительным сроком службы новой рабочей жидкости.

Система заполняется свежей СОЖ в концентрации порядка 2%, после чего включается подача на время от 30 до 60 мин. Далее убедитесь, что все шланги и сопла хорошо промыты и повторите шаг 3 в части сбора жидкости в емкость для утилизации.

После тщательной подготовки можно приступать к заполнению системы новой рабочей жидкостью. Тема выбора СОЖ достойна отдельной статьи, отметим лишь, что подход к выбору жидкости для металлообработки кардинально отличается от подбора любого другого смазочного материала и не имеет четких ориентиров в виде отраслевых стандартов или допусков производи-



Рис. 3. Фильтрующее полотно полосового фильтра



# ТЕХНОЛОГИЯ CASTROL XBB

БЕЗОПАСНОСТЬ  
БЕЗ КОМПРОМИССОВ  
БЕЗ БИОЦИДОВ  
БЕЗ БОРА



Более 100 лет Castrol производит и поставляет высокоэффективные смазочные материалы и технологические жидкости для промышленного оборудования. Инженеры Castrol осознают, какую ценность для машиностроительных предприятий представляет возможность высококачественной, безопасной экологичной обработки металлов. Именно поэтому наши специалисты разработали широкий спектр смазочно-охлаждающих жидкостей, включая две новые линейки на базе инновационной технологии Castrol XBB.



Частицы обрабатываемого металла могут приводить к нарушению стабильности эмульсии как сами по себе, так и являясь очагами для размножения микроорганизмов. Новые продукты линейки Hysol содержат компоненты, позволяющие сохранить стабильность жидкости длительное время даже в таких условиях

#### Преимущества

- Не содержит хлор, бор и выделяющие формальдегид вещества
- Содержит компоненты, способствующие улучшению качества поверхности наряду с увеличением стойкости инструмента
- Отличается высокой механической и биологической стабильностью
- Характеризуются низким вспениванием (при соблюдении рекомендаций для смешения эмульсии, учитывающих качество используемой воды)
- Обеспечивает отличное смачивание
- Не оказывает влияния на поверхности оборудования и оснастки

**Спецификации и одобрения:** Airbus: AIMS12-10-000 (technical specification); AIMS12-10-001 (material specification); Safran Group: D-180516-03944; BAMS 569-001 Version B;



При обработке алюминия и его сплавов, включая авиационные, существует тенденция к образованию наростов на режущем инструменте и изменению его геометрии. Композиция линейки Alusol XBB, разработанная с целью увеличения срока службы инструмента, обеспечивает чистоту инструмента и деталей одновременно с улучшением качества обрабатываемой поверхности.

#### Преимущества

- Высокоэффективная полусинтетическая смазочно-охлаждающая жидкость
- Не содержит бор, хлор и выделяющие формальдегид вещества
- Компоненты, входящие в ее состав, способны улучшить эффективность обработки в сочетании с улучшением качества обрабатываемой поверхности
- Демонстрирует превосходную стабильность

**Спецификации и одобрения:** Safran Group: D-110416-03004

# СИНТЕТИЧЕСКИЕ СОЖ CASTROL SYNTILO

Смазочно-охлаждающие жидкости Castrol с успехом используются ведущими мировыми производителями. Продукты линейки синтетических водосмешиваемых СОЖ Castrol Syntilo по биостойкости и механической стабильности значительно превосходят жидкости с содержанием минерального масла.



Высокоскоростная обработка приводит к экстремальным температурам на режущей кромке, иногда превышающим 1000 °С. Такие температуры негативно влияют как на деталь, так и на обрабатывающий инструмент. Технологии Syntilo позволяют охлаждать зону резания не хуже воды, одновременно смазывая режущую кромку как традиционная эмульсия.

#### Преимущества

- pH-нейтральны, не содержат бор и выделяющие формальдегид вещества
- Специально разработаны с учетом применения в большинстве операций обработки резанием различных металлов, включая авиационные сплавы титана и алюминия
- Отличные смазывающие и охлаждающие свойства
- Низкая склонность к вспениванию даже при высоких давлениях подачи и смешивании с мягкой водой
- Значительно более стойкие к биопоражению по сравнению с СОЖ с содержанием минерального масла

**Спецификации и одобрения:** Airbus: 2006-19689-DCR/SP/SE; Boeing: BAC 5008; Bombardier: BAMS 569-001; Messier-Dowty; Pratt and Whitney: PMC 9398 Rev. C; Safran Group: PCS-4002

IT'S MORE THAN JUST OIL. IT'S LIQUID ENGINEERING.



телей узлов и агрегатов, как, например, в случае моторных или трансмиссионных масел. Да, в инструкциях по эксплуатации на некоторые станки можно увидеть список рекомендованных жидкостей, однако эти рекомендации часто не учитывают таких критически важных критериев, как обрабатываемый металл/сплав и режимы обработки.

Выбор СОЖ – почти всегда индивидуальная задача, где должны учитываться все тонкости технологического процесса. В рамках этой статьи выделим четыре первичных критерия, которые позволяют сократить список «кандидатов», в избирении предлагаемых к испытаниям производителями жидкостей. Критерии следующие: обрабатываемые металлы, операции обработки, режимы резания/обработки давлением и качество воды. Далее будем исходить из предположения, что нелегкий процесс выбора рабочей жидкости успешно завершен.

Итак, заполнять систему эффективнее всего с помощью специальных смесителей. Существует несколько типов и конструкций таких устройств. Практически любой смеситель или дозирующий насос обеспечит лучшее качество смешивания и более точную концентрацию по сравнению с «ручной» реализацией процесса. Определенные корпоративные и этические нормы не позволяют выделить конкретные конструкции или марки, поэтому два общих правила касательно подобных устройств звучат так:

- затраты на смеситель чаще всего окупаются в течение одного цикла службы смазочно-охлаждающей жидкости;
- приобретение смесителя сомнительного происхождения по принципу «давайте сократим затраты» чаще всего приводит к дополнительным затратам, в разы превышающим потраченные на его приобретение средства.

Если же какие-либо непреодолимые препятствия не позволяют внести в бюджет статью расходов на это устройство и приготовление эмульсии/раствора будет производиться «традиционным» методом, то настоятельно рекомендуется придерживаться следующих правил:

- смешивание необходимо производить в промежуточной емкости, не в баке станка;
- промежуточная емкость должна быть чистой и продезинфицированной;
- всегда добавляйте концентрат в воду и никогда воду в концентрат;
- концентрат добавляется медленно при постоянном перемешивании (рис. 4, 5).

Контроль концентрации в рамках процесса заполнения системы имеет некоторые особенности, нуждающиеся в пояснении. Даже после тщательной очистки системы, в ней находятся остат-



Рис 4. Концентрат поступает в воду без перемешивания



Рис 5. Вид эмульсии после перемешивания в течение 1 мин

ки отработавшей СОЖ и некоторое количество загрязнений, с которыми новая СОЖ может вступить в реакцию. Кроме того, потребуется время на прохождение химических реакций и физических процессов после смешивания концентрата с водой. Другими словами, результат измерения концентрации сразу после заполнения системы будет отличаться от результата после нескольких часов работы станка, необходимо иметь это в виду. Это же касается водородного показателя готовой жидкости. В любом случае эти и некоторые другие показатели должны измеряться и корректироваться с определенной периодичностью в течение всего срока службы жидкости. Об этом мы поговорим в следующей статье.

---

**КЛЕПИКОВ Александр Михайлович** –  
технический консультант по маслам  
для промышленных предприятий компании  
Castrol Россия





## ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:



Цена 2 600 руб.

Ян Гибсон, Давид Розен, Брент Стакер

### ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство

Перевод с англ. книги издательства «Springer»  
под ред. д.ф.-м.н., проф. И.В. Шишковского  
М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 656 с. ISBN 978-5-94836-447-6

#### *Предисловие к русскому изданию*

Я был очень рад, когда услышал, что профессор Игорь Шишковский будет научным редактором русского издания нашей монографии. Обладая многолетним и богатым опытом в данной области, этот известный ученый и педагог сможет гарантировать как техническую точность, так и ясность изложения. Поскольку русский язык является одним из самых распространенных языков в мире, этот перевод позволит значительно расширить аудиторию, которая сможет впервые получить доступ к данной информации. Я надеюсь, что исследователи, студенты и преподаватели найдут эту книгу прекрасным дополнением к своей коллекции, и что она расширит их познания в быстро развивающихся областях аддитивных технологий.

Брент Стакер  
профессор, университет Луисвилля (Кентукки, США)

#### Содержание

##### *Предисловие*

**Глава 1.** Введение и описание основных принципов  
**Глава 2.** Развитие технологий АП  
**Глава 3.** Общая последовательность процесса АП  
**Глава 4.** Процесс фотополимеризации в ванне  
**Глава 5.** Плавление порошков в сформированном слое  
**Глава 6.** Экструзионные системы  
**Глава 7.** Распыление материала методом струйной печати  
**Глава 8.** Распыление связующего для струйной печати  
**Глава 9.** Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов

**Глава 10.** Процессы направленного энерговклада  
**Глава 11.** Технологии прямой записи  
**Глава 12.** Преимущества бюджетных систем АП  
**Глава 13.** Руководство по выбору процесса  
**Глава 14.** Постобработка  
**Глава 15.** Задачи программного обеспечения в АП  
**Глава 16.** Прямое цифровое производство  
**Глава 17.** Проектирование для АП  
**Глава 18.** Быстрое изготовление инструмента  
**Глава 19.** Применения АП  
**Глава 20.** Возможности для бизнеса и будущее АП



**ИНФОРМАЦИЯ О НОВИНКАХ:  
[www.technosfera.ru](http://www.technosfera.ru)**

#### Как заказать наши книги?

По почте: 125319, Москва, а/я 91  
По факсу: +7 495 956-33-46  
E-mail: [knigi@technosfera.ru](mailto:knigi@technosfera.ru)  
[sales@technosfera.ru](mailto:sales@technosfera.ru)