

Д.В. Виноградов, Р.И. Пенджола, С.Ю. Шачнев

Определение потребного объема смазочно-охлаждающей жидкости при лезвийной обработке

Учебно-методическое пособие



Москва

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н.Э. Баумана

2 0 2 6

УДК 621.91(075.8)
ББК 30.61
В49

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://press.bmstu.ru/catalog/item/8620/>

Факультет «Машиностроительные технологии»
Кафедра «Инструментальная техника и технологии»

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебно-методического пособия*

Виноградов, Д. В.

В49 Определение потребного объема смазочно-охлаждающей жидкости при лезвийной обработке : учебно-методическое пособие / Д. В. Виноградов, Р. И. Пенджола, С. Ю. Шачнев. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2026. — 51, [5] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-6742-6

Кратко описаны этапы жизненного цикла смазочно-охлаждающих жидкостей, используемых при обработке металлов, — приготовление, применение, регенерация, утилизация. Рассмотрена система применения — подсистемы подачи, очистки, рекуперации, микробиологической защиты и стабилизации качества смазочно-охлаждающих жидкостей. Представлены методика и порядок укрупненного и детального расчетов годовой потребности в смазочно-охлаждающих жидкостях на операциях лезвийной обработки. Приведены необходимые для выполнения расчетов справочные данные, а также пример расчета.

Для студентов, изучающих курс «Смазочно-охлаждающие технологические средства в механической обработке» в рамках направления подготовки 15.05.01/02 «Проектирование технологических машин и комплексов — Проектирование инструментальных комплексов в машиностроении».

УДК 621.91(075.8)
ББК 30.61



Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте: press@bmstu.ru

ISBN 978-5-7038-6742-6

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026

Предисловие

Пособие предназначено для студентов направления подготовки 15.05.01/02 «Проектирование технологических машин и комплексов — Проектирование инструментальных комплексов в машиностроении», изучающих дисциплину «Смазочно-охлаждающие технологические средства в механической обработке». Рабочая программа дисциплины предусматривает домашнее задание по определению расхода смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) на операциях обработки резанием. Цель пособия — подготовка обучающихся к его выполнению.

Домашнее задание базируется на одном из операционных описаний технологических процессов, которые студент разрабатывал в курсовых проектах «Проектирование операций механической обработки» и «Технология инструментального производства», а также в домашних заданиях по другим дисциплинам. Операцию, для которой производится расчет потребного количества СОЖ, студент выбирает совместно с преподавателем, ведущим занятия по курсу «Смазочно-охлаждающие технологические средства в механической обработке».

Исходные данные для выполнения домашнего задания:

- 1) чертеж детали;
- 2) характеристика заготовки (вид, материал);
- 3) размер партии деталей;
- 4) операционное описание технологической операции (технологический эскиз выполнения обработки, модель станка, параметры режима резания, вид режущего инструмента);
- 5) марка СОЖ. В случае если марка СОЖ не задана, ее можно выбрать по рекомендациям, изложенным в справочной литературе, приведенной на с. 45, или в Приложениях 1 и 2;
- 6) паспортные данные станка (объем бака для СОЖ, способ и устройства подачи СОЖ в зону обработки и ее сбора, степень герметизации рабочей зоны);
- 7) условия эксплуатации СОЖ (способы рекуперации и очистки СОЖ, меры по восстановлению свойств СОЖ).

Для лучшего освоения практического материала в пособии сначала рассказано о жизненном цикле СОЖ, применяемых при обработке металлов, рассмотрены этапы этого цикла — приготовление, применение, регенерация, утилизация. Более подробно раскрыто содержание этапа применения: описаны системы подачи СОЖ на металлорежущее оборудование, системы очистки от твердых включений, способы извлечения из стружки, направления защиты от микробиологического поражения, а также методы оценки качества СОЖ и стабилизации их качества.

В пособии изложена методика укрупненного и детального расчетов потребности в СОЖ, приведены справочные данные, необходимые для выполнения домашнего задания (Приложения 3–6), дан пример выполнения домашнего задания. В конце пособия размещены вопросы и задания для проверки усвоения материала пособия, а также список литературы для более глубокого изучения рассмотренных вопросов.

ЭТАПЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Жизненный цикл смазочно-охлаждающей жидкости

При обработке современных конструкционных материалов часто используют СОЖ. За счет смазочного, охлаждающего, моющего, защитного, режущего и пластифицирующего действий на режущий инструмент, заготовку и оборудование применение различных СОЖ позволяет повысить период стойкости инструментов в 1,5–10 раз, производительность труда — до 3 раз, увеличить параметры режима резания на 20...60 %, улучшить качество и эксплуатационные свойства обработанных поверхностей, а также санитарно-гигиенические условия труда.

Все СОЖ проходят свой жизненный цикл, схема которого представлена на рис. 1. Большинство СОЖ, применяемых при металлообработке,



Рис. 1. Жизненный цикл СОЖ

Жизненный цикл СОЖ начинается с этапа «Изготовление» на заводах-производителях, которые выпускают как готовые к применению технологические средства, так и полуфабрикаты и компоненты СОЖ. Современная промышленность производит масляные (углеводородные) СОЖ в готовом к применению виде, водные, синтетические и полусинтетические СОЖ — в виде эмульсолов и концентратов для разбавления водой, различные присадки — в виде, пригодном для добавления в СОЖ.

Продукция, выпущенная производителями СОЖ, поступает на предприятия-потребители СОЖ, на которых реализуются следующие этапы жизненного цикла: «Приготовление», «Применение», «Регенерация», «Утилизация».

проходят весь цикл, а некоторые — укороченный. В идеальном случае продукты утилизации СОЖ должны возвращаться в систему для дальнейшего использования, но в настоящий момент это происходит лишь частично. Поэтому жизненный цикл СОЖ не является замкнутым — у него есть вход, через который в систему заводят природные ресурсы, и выход для удаления отходов.

При обработке резанием в основном используют масляные и водные СОЖ. Основой масляных СОЖ являются различные минеральные, синтетические и биологические масла, основой водных — вода. В зависимости от дисперсности компонентов, добавляемых в воду, различают растворы электролитов, синтетические и полусинтетические СОЖ, эмульсии.

Жизненный цикл СОЖ начинается с этапа «Изготовление» на заводах-производителях, которые выпускают как готовые к применению технологические средства, так и полуфабрикаты и компоненты СОЖ.

Приготовление смазочно-охлаждающих жидкостей

Приготовление СОЖ заданного состава и свойств — сложный и ответственный процесс, определяющий ее долговечность и эффективность в процессе эксплуатации. Под приготовлением СОЖ будем понимать мероприятия, проводимые на предприятии, использующем СОЖ, для придания ей требуемых эксплуатационных свойств. Другими словами, это перевод СОЖ из состояния поставки в состояние эксплуатации. Приготовление может осуществляться в специализированном цеху (участке, отделении), на рабочем месте или непосредственно при подаче в зону обработки. В общем случае приготовление включает в себя подготовку оборудования и компонентов СОЖ, перемешивание (смешивание), контроль качества.

Большинство масляных СОЖ (концентраты масляных и водных СОЖ, эмульсолы) поступают с предприятия-изготовителя на предприятие-потребитель в готовом к использованию состоянии. Иногда требуется перемешать СОЖ для взбалтывания осадка и равномерного распределения присадок.

Подготовка к приготовлению СОЖ. На заводе-потребителе готовят в основном водные СОЖ. Это более сложный и трудоемкий процесс, чем приготовление других видов СОЖ. Сначала проводят входной контроль компонентов — *проверку качества компонентов* на соответствие требованиям нормативно-технической документации.

Затем выполняют *подготовку оборудования* для приготовления и подачи СОЖ. Подготовка заключается в тщательной очистке, промывании и дезинфекции емкостей, лотков, трубопроводов, фильтрующих устройств и других элементов систем приготовления и подачи СОЖ. Особенно тщательно должна быть проведена подготовка оборудования для водосмешиваемых СОЖ, что связано с их повышенной биопоражаемостью.

Одновременно с подготовкой оборудования проводится подготовка базовой среды и диспергируемых компонентов (эмульсола, концентрата) к смешиванию. Особое место здесь занимает подготовка воды (водоподготовка), так как качество воды очень важно для обеспечения требуемых физико-химических характеристик СОЖ.

Подготовка воды для водосмешиваемых СОЖ в общем случае состоит из деионизации, дегазации и обеззараживания технической воды.

Деионизация заключается в полном или частичном удалении из нее ионных примесей — ионов солей кальция и магния, а также ионов железа, которые могут вступать в реакцию с компонентами СОЖ и препятствовать их растворению в воде, что повышает расход активного компонента. Кроме того, повышенная концентрация растворенных в воде минералов приводит к дерматитам у рабочих, к бурному росту микроорганизмов, коррозии оборудования, выпадению осадка на детали станка. Деионизация включает в себя умягчение (удаление из воды ионов жесткости) и обезжелезивание воды (удаление из нее ионов двух- и трехвалентного железа или железосодержащих органических и неорганических коллоидов и комплексных соединений).

Дегазация воды необходима для удаления растворенных природных газов (например, кислорода), а также газов, образующихся в процессе подготовки воды (углекислый газ), которые могут отрицательно влиять на процесс приготовления СОЖ, нейтрализуя некоторые компоненты, стимулируя развитие бактерий, вызывая коррозию оборудования, способствуя пенообразованию.

В технической воде всегда присутствуют микроорганизмы. Их количество и биологический состав зависят от источника воды, но в любом случае их наличие в СОЖ вредно. Микробы поедают компоненты СОЖ, чем снижают эффективность их применения, продукты жизнедеятельности микроорганизмов засоряют жидкость, меняют ее кислотность и приводят к протуханию. *Обеззараживание (дезинфекция)* воды позволяет уменьшить биопоражаемость СОЖ и увеличить срок их службы.

Разработано большое число методов обеззараживания воды, которые можно подразделить по механизму воздействия на микроорганизмы на химические, физические, мембранные и комбинированные. Выбор метода обеззараживания определяется объемами водоподготовки, типом системы использования СОЖ, свойствами диспергируемых в воде эмульсолов и концентратов.

Дезинфекция химическими способами основана на химических реакциях специально вводимых в жидкость реагентов — бактерицидов (для уничтожения бактерий), фунгицидов (для уничтожения грибов) или окислителей — соединений хлора, озона, серебра. При физических способах дезинфекции жидкость обрабатывают энергетическими полями: тепловыми (пастеризация и стерилизация), электромагнитными, электрическими, а также заряженными частицами (ультрафиолетовое, ионизирующее и лазерное облучение) и ультразвуком. Мембранный способ дезинфекции основан на фильтровании микроорганизмов через микропористые полупроницаемые мембраны, которые пропускают воду, но задерживают микроорганизмы.

Любой отдельно используемый способ обеззараживания воды не позволяет убить все микробиологические организмы. Полной дезинфекции можно добиться только при сочетании разных методов обеззараживания, т. е. комбинированных методов.

Перемешивание компонентов СОЖ. После деионизации, дегазации и обеззараживания воды выполняют *смешивание* компонентов СОЖ: в базовую жидкость (воду) вводят дозированное количество исходных компонентов. При этом полученная жидкая смесь является неоднородной. Компоненты такой неоднородной смеси могут перемешиваться самопроизвольно (что происходит редко) или принудительно.

Принудительное перемешивание позволяет ускорить процесс приготовления СОЖ, повысить их качество и гарантировать требуемый уровень эксплуатационных свойств. Перемешивание осуществляется устройствами разного типа. Используют механическое (перемешивание мешалками, гомогенизацию, коллоидное измельчение), гидравлическое (циркуляционное,

неподвижными турбулизаторами, барботирование), вибрационное (пульсационное, акустическое, вибрационными мешалками), акустическое (гидродинамическими, магнитострикционными и пьезокерамическими излучателями) и ударное (ультраструйное диспергирование, ударно-импульсное) перемешивание.

Качество диспергирования эмульсий оценивается размером капелек масла, распределенных в воде. Разные способы перемешивания и используемое оборудование позволяют добиться разной степени диспергирования компонентов (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики аппаратов для диспергирования

Тип аппарата	Удельный расход энергии, кВт·м ³ /ч	Средний диаметр частиц эмульсии, мкм
Механическая мешалка	1,4–1,6	2–8
Гомогенизатор	5,5	1–3
Коллоидная мельница	7,0	4–7
Гидродинамический генератор	1,5	3–5
Магнитострикционный ультразвуковой излучатель	2	1–3
Проточно-кавитационный смеситель	1	1–2
Роторно-пульсационный аппарат	1,2	1–2
Роторный вибратор с модуляцией потока	1,0	0,8–1,2
Эжекторно-волновой смеситель	1,5	1–3
Многофункциональный гомогенизатор	0,3	0,8–1,2

Контроль качества. Это последний этап приготовления СОЖ. Контроль качества проводят в соответствии с ГОСТами и другой нормативно-технической документацией. Проверка качества необходима и для свежеприготовленных СОЖ, и для СОЖ в процессе эксплуатации, поскольку они стареют и разлагаются. Кроме того, может изменяться концентрация активных компонентов СОЖ. Периодичность контроля регламентирована: для СОЖ на масляной основе — не реже одного раза в месяц, для эмульсий — не реже одного раза в неделю.

Качество СОЖ — это совокупность свойств, обеспечивающих выполнение ею своих функций. Качество СОЖ включает в себя множество разнообразных свойств, таких как:

- функциональные (смазывающее, охлаждающее, моющее, режущее и пластифицирующее);

Содержание

Предисловие	3
Этапы жизненного цикла смазочно-охлаждающей жидкости	4
Жизненный цикл смазочно-охлаждающей жидкости	4
Приготовление смазочно-охлаждающих жидкостей	5
Применение смазочно-охлаждающих жидкостей	9
Регенерация смазочно-охлаждающих жидкостей	21
Утилизация отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей	22
Определение потребности в смазочно-охлаждающей жидкости	24
Укрупненный расчет потребности в смазочно-охлаждающей жидкости	24
Детальный расчет потребности в смазочно-охлаждающей жидкости ...	27
Пример расчета количества смазочно-охлаждающей жидкости, необходимой для обработки заданной партии деталей	35
Исходные данные	35
Задание	35
Расчет количества смазочно-охлаждающей жидкости	39
Требования к оформлению домашнего задания	44
Вопросы и задания для самостоятельного контроля	44
Литература	45
Приложения	46