

Анализ способов очистки технологических жидкостей, применяемых при механической обработке различных материалов

¹*КИМ Анна Станиславовна, докторант, annakim-86@mail.ru,

¹ЮРЧЕНКО Василий Викторович, PhD, зав. кафедрой, juvv76@mail.ru,

¹МАТЕШОВ Арман Кариевич, старший преподаватель, makashka_m@mail.ru,

¹ТИЛЕУБАЙУЛЫ Нуржан, магистрант, tileubaiuly_nurz@mail.ru,

¹БОКИЖАНОВ Алдияр Бекжанович, магистрант, aldiyar7@gmail.com,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрены методы очистки отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей в машиностроительной отрасли, обеспечивающие замкнутый цикл использования, увеличение срока службы СОЖ в несколько раз, а также повышение степени очистки технологических жидкостей. Проанализированы особенности методов, выявлены преимущества и недостатки. Приведен обзор патентов. Выявлены преимущества способов очистки, указанных в патентах.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, технологическая жидкость, очистка, технология, методы очистки, охлаждение, смазочно-охлаждающие технологические средства, регенерация, срок службы, степень очистки.

Введение

Смазочно-охлаждающие жидкости (далее СОЖ) являются неотъемлемой частью технологического процесса в металлургической, металлообрабатывающей и машиностроительной отраслях. Отработанная СОЖ является источником загрязнения окружающей среды, а также составляет проблему утилизации продуктов переработки.

Необходимость в регенерации СОЖ, продление срока эксплуатации привели к использованию ряда методов очистки, среди которых наиболее популярными являются: метод очистки СОЖ флотацией, метод очистки СОЖ фильтрованием и способы очистки в силовых полях. При выборе метода очистки СОЖ опираются на показатели эффективности регенерации. Основными показателями эффективности являются: производительность, степень и тонкость очистки, коэффициенты сепарации, средний размер частиц примесей, плотность примесей, биостойкость клеток, потребляемая мощность и экономические показатели на выходе. В некоторых случаях маслонефтепродукты, которые извлечены из моющих растворов, можно использовать повторно в других технологических процессах, что повышает экономическую составляющую регенерации.

Целью исследования являются анализ и выявление наиболее популярных из используемых методов очистки смазочно-охлаждающих жидкостей, а также патентов и изобретений в данной области исследования.

В задачи входят:

- классификация методов очистки СОЖ;

- анализ существующих методов восстановления СОЖ и патентов.

Объектом исследования является смазочно-охлаждающая жидкость. Предметом исследования являются методы очистки СОЖ.

Анализ методов восстановления СОЖ

Основные методы восстановления, которые применяются на производстве с использованием мобильных или стационарных установок, регламентируются ГОСТ Р52237.

Метод очистки СОЖ флотацией. Данный метод предназначен для очистки водных СОЖ от мелкодисперсных механических и посторонних органических примесей. Существуют три наиболее популярных и используемых способа флотации смазочно-охлаждающей жидкости:

1. Способ очистки с выделением воздуха из жидкости (напорные, эжекционные, вакуумные и эрлифтные установки);

2. Способ очистки с механическим диспергированием воздуха (импеллерные пневматические и безнапорные установки);

3. Способ очистки с подачей воздуха через пористые материалы (пневматические установки) [1].

На рисунке 1 представлена принципиальная схема флотации СОЖ.

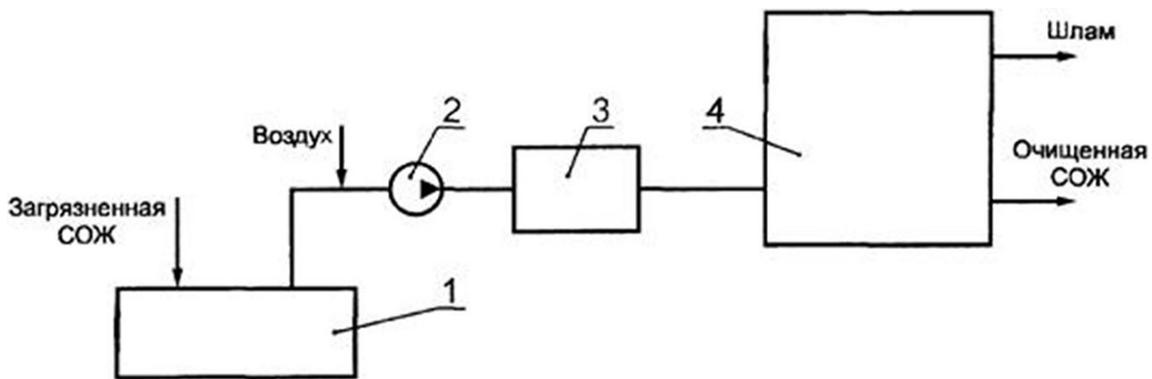
Загрязненная СОЖ, поступающая в емкость с помощью всасывающего трубопровода, перекачивается насосом в напорный бак. Одновременно во всасывающий трубопровод засасывается воздух. В напорном баке при давлении от 0,15 до 0,4 МПа воздух растворяется в жидкости, и водно-воздушная смесь поступает во флотатор. Во флотаторе, работающем при атмосферном давлении,

воздух выделяется в виде пузырьков и флотирует взвешенные частицы. Пену с механическими примесями и шламами удаляют с поверхности СОЖ скребковым механизмом. Очищенная СОЖ выходит из нижней части флотатора [1].

Метод очистки СОЖ фильтрованием. Основная идея метода заключается в механическом удержании загрязняющих частиц на поверхности, в порах или в щелях фильтрующих перегородок. Может быть использован для очистки СОЖ всех классов от взвешенных в ней твердых частиц практически любой дисперсности.

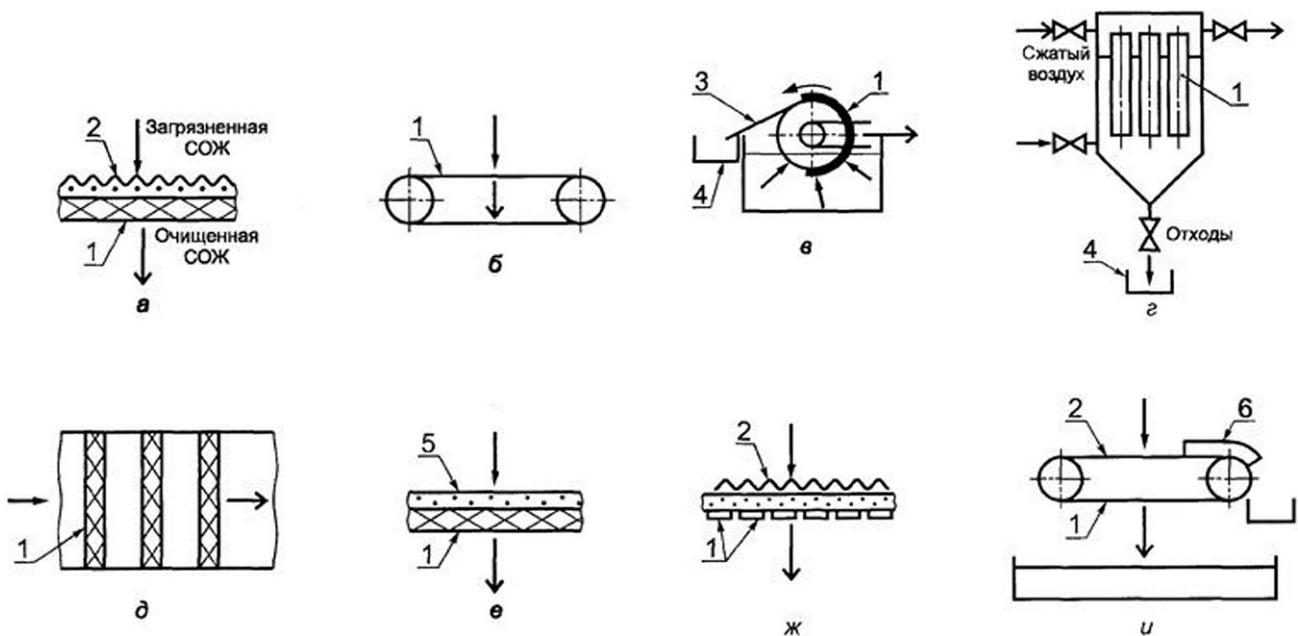
Способы фильтрования СОЖ делятся по четырем признакам:

- режимам фильтрования через перегородку (безнапорное, напорное и под вакуумом);



1 – емкость; 2 – насос; 3 – напорный бак; 4 – флотатор

Рисунок 1 – Принципиальная схема операции флотации СОЖ



а – через фильтровальную перегородку; б – в ленточных фильтрах; в – в барабанных фильтрах; г – в патронных фильтрах; д – в кассетных фильтрах; е – в намывных фильтрах; ж – в щелевых фильтрах; и – в ленточных фильтрах; 1 – фильтровальная перегородка; 2 – осадок; 3 – скребок для удаления осадка с фильтровальной перегородки; 4 – емкость для удаленного осадка; 5 – слой вспомогательного фильтрующего вещества; 6 – эластичное тело

Рисунок 2 – Схемы фильтрования

- циклу очистки (непрерывное, периодическое);
- степени надежности (с дублированием, без дублирования);
- характеру регенерации фильтровальных перегородок (регенерируемые, нерегенерируемые) [1].

Метод очистки СОЖ в силовых полях.

Сущность метода заключается в отделении механических примесей (стружки, шлама и других твердых загрязнителей) от жидкой фазы седиментацией твердого загрязнителя в гравитационном поле, в центробежных полях гидроциклонной сепарацией СОЖ, центрифугированием и магнитной сепарацией СОЖ в магнитных полях на операциях механической обработки заготовок [1].

Можно выделить следующие способы очистки СОЖ в силовых полях:

- седиментация;
- гидроциклонная сепарация;
- центрифугирование;
- магнитная сепарация.

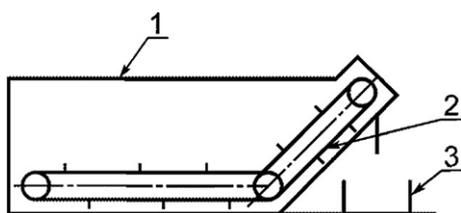
Седиментацию, гидроциклонную и магнитную сепарации можно использовать в сочетании с другими методами [1].

Для седиментации используют вертикальные, горизонтальные и радиальные отстойники.

Горизонтальные отстойники – прямоугольные резервуары глубиной (Н) от 1,0 до 4,0 м, длиной от 8Н до 15Н с несколькими одновременно работающими отделениями, разделенными перегородками, с возможностью перетоков жидкости между ними. Горизонтальные отстойники рекомендуется применять при расходах СОЖ свыше 15000 м³/сут, степень очистки при этом может составлять от 40% до 60%.

Вертикальные отстойники – цилиндрические или прямоугольные резервуары с коническим днищем. СОЖ, поступающая в отстойник, движется вниз по центральной трубе, а затем вверх после отстоя к желобу для слива к потребителю. Осаждение механических примесей происходит в восходящем потоке. Степень очистки на 10-25% ниже, чем в горизонтальных отстойниках. Высота зоны осаждения – от 4 до 5 м.

Радиальные отстойники – обычно круглые резервуары диаметром до 100 м. Жидкость в них движется от центра к периферии с минимальной



1 – резервуар; 2 – скребковый конвейер; 3 – тара для шлама

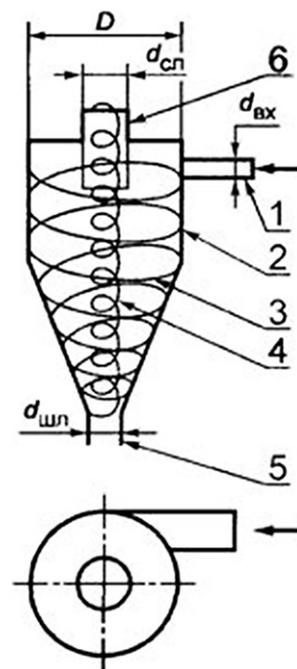
Рисунок 3 – Схема бака отстойника

скоростью у периферии. Радиальные отстойники применяют при расходах свыше 15000 м³/сут при глубине проточной части отстойника от 2 до 6 м и отношении диаметра к глубине от 6 до 30 м. Степень очистки от 50% до 60% [1].

Седиментация механических примесей обеспечивает степень очистки от 40% до 45% при граничной тонкости очистки d100 от 40 до 50 мкм. Остальные показатели зависят от объема бака-отстойника, турбулентности потоков СОЖ, физико-механических свойств шлама, условий функционирования баков, времени осаждения, температуры, свойств СОЖ и других факторов.

Рассмотрим гидроциклонную сепарацию СОЖ. Схема напорного гидроциклона приведена на рисунке 4. Струя загрязненной СОЖ подается под давлением через патрубок в цилиндроконическую часть, где получает вращательное движение. При вращении суспензии в гидроциклоне образуются два основных потока: внешний – нисходящий и внутренний – восходящий. Центробежными силами твердые частицы примесей направляются к стенкам гидроциклона и вместе с небольшой частью жидкости (с нисходящим потоком) выводятся через шламовое отверстие. Основная часть очищенной жидкости, продолжая вращаться в восходящем потоке, направляется через сливной патрубок в магистраль системы применения СОЖ [1].

Центрифуги могут быть двух-, трехпродуктовыми, т.е. отделять механические примеси, посторонние масла и водную фазу.



1 – тангенциальный патрубок; 2 – цилиндроконическая часть гидроциклона; 3 – нисходящий поток; 4 – восходящий поток; 5 – шламовое отверстие; 6 – сливной патрубок

Рисунок 4 – Схема напорного гидроциклона

Для магнитной сепарации СОЖ используют барабанные и патронные магнитные сепараторы.

В барабанных магнитных сепараторах (БМС) загрязненная СОЖ подается через зазор между днищем сепаратора и барабаном в сливной патрубке. Магнитный барабан захватывает ферромагнитные частицы при вращении по часовой стрелке, которые уплотняются с помощью валика.

Патронные магнитные сепараторы по характеру движения патронов подразделяют следующим образом:

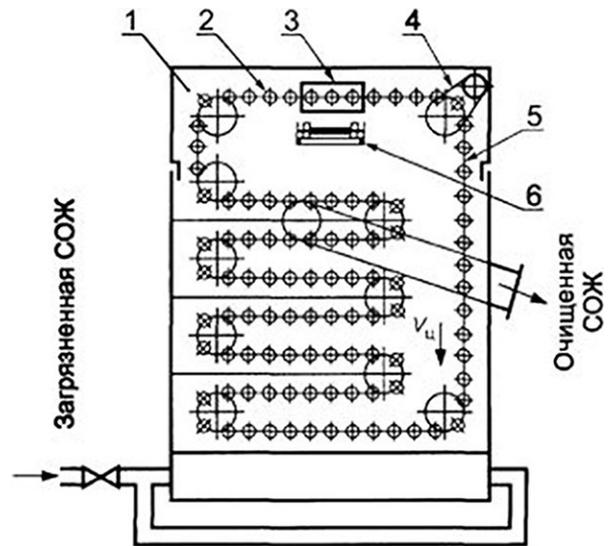
- с непрерывным движением – цепные магнитные сепараторы (ЦМС);
- с периодическим движением – кассетные магнитные сепараторы (КМС).

Схема ЦМС с зигзагообразной формой цепного полотна приведена на рисунке 5. Загрязненная механическими примесями СОЖ подводится в бак-корпус и медленно движется через систему магнитных патронов, размещенных на цепи на определенном расстоянии друг от друга и шарнирно закрепленных на ней. Цепи приводятся в движение приводом магнитной системы. Проходя вдоль магнитных патронов, СОЖ очищается от феррочастиц и подается на технологическое оборудование, а магнитные патроны, выходя из СОЖ, очищаются от шлама упругими разъемными скребками, которые при ходе в одну сторону охватывают патроны, а при обратном ходе раскрываются. Шлам с патронов падает на скребковый конвейер и удаляется в емкость для шлама [1].

На рисунке 6 представлена классификация всех рассмотренных способов очистки СОЖ.

Анализ патентов и изобретений по очистке технологических жидкостей

Рассмотрены наиболее значимые, представляющие практическую ценность патенты на изобретения по очистке смазочно-охлаждающей жидкости, которые включают в себя комбинированные



1 – бак-корпус; 2 – магнитные патроны; 3 – разъемный скребок; 4 – привод магнитной системы; 5 – цепь; 6 – скребковый конвейер

Рисунок 5 – Схема цепного магнитного сепаратора

способы очистки СОЖ.

Один из наиболее эффективных способов представлен в патенте «Способ и аппарат для обработки отработанных абразивных суспензий для регенерации их компонентов многократного использования» (№ RU2403139C2). Изобретение относится к области регенерации компонентов многократного использования абразивной суспензии, применяемой в резании кристаллических материалов кремния, кварца или керамик, когда суспензии истощаются и обогащаются нежелательным отработанным веществом. Технический результат – повышение степени регенерации. Способ дает возможность полной регенерации абразивных зерен многократного использования, содержащихся в отработанной суспензии, так же



Рисунок 6 – Классификация методов очистки СОЖ

как суспендирующей или смазочно-охлаждающей жидкости абразивной суспензии, чтобы повторно использовать оба компонента в производственном процессе [3].

Особую практическую значимость в области очистки технологических жидкостей имеет способ, описанный в патенте «Универсальная модульная установка для очистки промышленных технологических жидкостей и сточных вод» (№RU97276U1). Универсальная модульная установка для очистки, обеззараживания и регенерации СОЖ выполнена в виде емкости с внутренними горизонтальными и вертикальными перегородками и патрубками для подачи исходной СОЖ и слива разделенных, очищенных и обеззараженных СОЖ, загрязнителей и газов. Емкость содержит не менее трех последовательно соединенных дуг с другим горизонтальных отсеков, каждый из которых конструируется или выполняется с необходимыми встроенными, вставными или съемными устройствами (модулями). В первом отсеке осуществляется автоматическая жидкостная коалесцирующая очистка СОЖ с регулирующими гравитационно-флотационными процессами ее очистки от загрязнителей и обеззараживания от микробов и микроорганизмов озono-воздушной смесью. Во втором отсеке осуществляется твердотельная коалесцирующая очистка СОЖ нерасходуемыми фильтрами с гравитационно флотационными процессами очистки и обеззараживания СОЖ и регулируемой автоматической очисткой коалесцирующего нерасходуемого фильтра озono-воздушной смесью. В третьем отсеке осуществляется завершение гравитационно-флотационных процессов, очистки СОЖ, осуществляется магнитная очистка и магнитное воздействие на очищаемую СОЖ [4].

Эффективность в промышленном производстве имеет способ, представленный в патенте № RU138489U1 «Установка для очистки смазочно-охлаждающих жидкостей». Полезная модель относится к области экологии, преимущественно к многостадийным способам очистки, обеззараживания и регенерации промышленных технологических жидкостей и сточных вод. В частности, смазочно-охлаждающих жидкостей и эмульсий, может быть использована для процессов их обезвреживания и утилизации, а также для приготовления различных новых свежих СОЖ и

эмульсий. Установка для очистки смазочно-охлаждающих жидкостей «СОЖ» выполнена в виде емкости с патрубками для подачи исходной СОЖ и слива очищенной и обеззараженной СОЖ, содержащая многоступенчатый фильтр и магнитный улавливатель для очистки от механических примесей, внутри емкости за фильтром установлена сливная воронка для очищенной от механических примесей СОЖ, причем сливное отверстие воронки сообщено с прозрачным трубопроводом в форме спирали, в центре которой расположены источники ультрафиолетового облучения. Техническим результатом полезной модели является снижение трудоемкости и времени очистки, повышение качества очистки биопораженной СОЖ путем предварительной фильтрации СОЖ от магнитных и немагнитных механических примесей и посторонних масел и облучения СОЖ источниками ультрафиолетового излучения, причем очистка происходит без остановки работы станка [5].

Заключение

Очистка СОЖ является важным и необходимым этапом в технологии использования СОЖ, который позволяет продлить срок эксплуатации СОЖ, а также улучшить качество обрабатываемой поверхности, снизить износ металлорежущего инструмента, повысить экономическую рентабельность технологии обработки металлов резанием.

В данной статье рассмотрены основные методы очистки СОЖ, а также новейшие изобретения и патенты методов и установок для очистки СОЖ. Проведя анализ, стоит отметить, что наиболее используемый, простой и применяемый метод – метод фильтрования. Метод флотации также является часто применяемым, однако имеет недостатки, он может быть использован только для водных растворов СОЖ, так как, имея в составе масло, затрудняется образование пены. Для маслосодержащих СОЖ используется метод очистки в силовых полях.

Анализ патентов показал, что в настоящее время большое внимание в разработке методов оказывается повышению качества очистки биопоражений СОЖ, простоте конструкций, а также одновременному использованию нескольких методов, что позволяет достичь более качественной регенерации СОЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ P52237 Методы очистки смазочно-охлаждающей жидкости от механических примесей. – Москва, ИПК Издательство стандартов, 2004, 3-13 с.
2. Худобин Л.В. и др. Смазочно-охлаждающие технические средства и их применение при обработке резанием: Справочник. – Москва: Машиностроение, 2006. С. 343-390.
3. Патент № RU2403139C2 «Способ и аппарат для обработки отработанных абразивных суспензий для регенерации их компонентов многократного использования», 10.11.2010 г., бюллетень № 31.
4. Патент № RU97276U1 «Универсальная модульная установка для очистки промышленных технологических жидкостей и сточных вод», 10.09.2010 г., бюллетень № 25.
5. Патент № RU138489U1 «Установка для очистки смазочно-охлаждающих жидкостей», 20.03.2014 г., бюллетень № 8.

Әр түрлі материалдардың механикалық өңдеуінде қолданылатын технологиялық сұйықтықтардың тазарту тәсілдерін талдау

¹***КИМ Анна Станиславовна**, докторант, *annakim-86@mail.ru*,

¹**ЮРЧЕНКО Василий Викторович**, PhD, кафедра меңгерушісі, *juvv76@mail.ru*,

¹**МАТЕШОВ Арман Кариевич**, аға оқытушы, *makashka_m@mail.ru*,

¹**ТИЛЕУБАЙУЛЫ Нуржан**, магистрант, *tileubaiuly_nurz@mail.ru*,

¹**БОКИЖАНОВ Алдияр Бекжанович**, магистрант, *aldiyar7@gmail.com*,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Машина жасау саласында пайдаланудың тұйық циклін қамтамасыз ететін пайдаланылған майлау-салқындатқыш сұйықтықтарды тазарту әдістері, МСС қызмет ету мерзімін бірнеше есеге ұлғайту, сондай-ақ технологиялық сұйықтықтарды тазарту дәрежесін арттыру қарастырылған. Әдістердің ерекшеліктері талданды, артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Патенттерге шолу берілген. Патенттерде көрсетілген тазалау әдістерінің артықшылықтары анықталды.

Кілт сөздер: майлау-салқындату сұйықтығы, технологиялық сұйықтық, тазалау, технология, тазалау әдістері, салқындату, майлау-салқындату технологиялық құралдары, регенерация, қызмет ету мерзімі, тазалау дәрежесі.

Analysis of Cleaning Methods of Process Fluids Used in the Machining of Various Materials

¹***KIM Anna**, Doctoral Student, *annakim-86@mail.ru*,

¹**YURCHENKO Vasily**, PhD, Head of Department, *juvv76@mail.ru*,

¹**MATISHOV Arman**, Senior Lecturer, *makashka_m@mail.ru*,

¹**TILEUBAYULY Nurzhan**, Master Student, *tileubaiuly_nurz@mail.ru*,

¹**BOKIZHANOV Aldiyar**, Master Student, *aldiyar7@gmail.com*,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The methods of cleaning used lubricants and coolants in the machine-building industry, providing a closed cycle of use, an increase in the service life of coolant several times, as well as an increase in the degree of purification of process fluids, are considered. The features of the methods are analyzed, advantages and disadvantages are revealed. An overview of patents is given. The advantages of the cleaning methods specified in the patents are revealed.

Keywords: lubricating and cooling fluid, process fluid, cleaning, technology, cleaning methods, coolant, lubricating and cooling technological means, regeneration, service life, degree of purification.

REFERENCES

1. GOST R52237 Metody ochistki smazочно-ohlazhdajushhej zhidkosti ot mehanicheskix primesej. – Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov, 2004, pp. 3-13.
2. Hudobin L.V. i dr. Smazочно-ohlazhdajushhie tehničeskie sredstva i ih primenenie pri obrabotke rezaniem: Spravochnik. – Moscow: Mashinostroenie, 2006. pp. 343-390.
3. Patent no. RU2403139C2 «Sposob i apparat dlja obrabotki otrabotannyh abrazivnyh suspenzij dlja regeneracii ih komponentov mnogokratnogo ispol'zovanija», 10.11.2010 g., bjuulleten' no. 31.
4. Patent no. RU97276U1 «Universal'naja modul'naja ustanovka dlja ochistki promyšlennyh tehnologičeskix zhidkostej i stochnyx vod», 10.09.2010 g., bjuulleten' no. 25.
5. Patent no. RU138489U1 «Ustanovka dlja ochistki smazочно-ohlazhdajushhih zhidkostej», 20.03.2014 g., bjuulleten' no. 8.