

Н.Л. БЕРЕЗУЦКАЯ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Визначено екологічну небезпеку мастильно-охолодних рідин. Наведені сучасні методи та обладнання зменшення техногенного тиску на навколишнє природне середовище. Зроблені висновки згідно з наведеним обзором

Водные растворы должны использоваться в цикличном режиме в промышленных технологиях длительный отрезок времени, что представляет собой единственный выход из сложной ситуации, которая сложилась на Украине и в других странах с использованием питьевой воды в технологических процессах. [1].

Созданный в Украине хозяйственный комплекс нуждается в значительных объемах воды. Наиболее валовые потребности в ней населения и отраслей экономики имели место в 1990 году - 103 км³. воды, а в 1999 году они уменьшились до 60,7 км³, или на 41 процент. Удовлетворяются эти потребности забором из поверхностных источников на 26 процентов, подземных вод - 5, за счет морской воды на 1 процент и за счет вод, привлеченных в оборотные и повторно-последовательные системы - на 67 процентов.

В 1999 году из водных источников взято 19,7 км³. воды, в том числе в водозаборном бассейне Днепра - 11,5 (58 процентов), Северского Донца - 2,4 (12 процентов), Днестра - 1,5 (8 процентов), Южного Буга - 1,2 (6 процентов), Дуная - 0,7 (4 процента), в водозаборном бассейне Западного Буга - 0,3 км³.

В отраслевой структуре водопользования на промышленность приходится 46 процентов[2].

По прогнозам [2] использование пресной воды в последующие годы будет расти.

Смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые на производстве, характеризуются высокой токсичностью по отношению к живым объектам природы, так как они содержат высокотоксичные органические и неорганические вещества.

Водные смазочно-охлаждающие жидкости представляют собой 3-4 - процентные растворы эмульголов, в состав которых входят индустриальное масло, масляный асидол, этиленгликоль, щелочь, кальцинированная сода, нитрит натрия и ряд других

веществ. Обычно они имеют pH – 9-10,5, ХПК \approx 9- 50 г/дм³ и содержат 10-16 л/дм³ эмульгированных масел. В результате эмульгирования в воде нефтепродуктов, частицы масла тонко диспергированы и образуют устойчивые системы типа "масло-вода".

Механические примеси не представляют существенной опасности, однако в сочетании с масляными компонентами становятся опасными для природы. Наличие масел в СОЖ, является одним из самых важных и первостепенных показателей токсичности последней.

Однако до сброса в окружающую среду, существенным по вредности и токсичности для людей является бактериальная микрофлора, активно развивающаяся и разрушающая СОЖ. Именно из-за этих негативных процессов сокращаются сроки ее применения, наблюдается появление в СОЖ свободных масел и пр.

Степень биоповреждения является основным фактором в определении сроков эксплуатации СОЖ. При отсутствии защиты от биоповреждений срок службы СОЖ может сократиться до 1-3 недель. При этом объем загрязненных стоков может составлять до 1-50 м³ в сутки.

В связи с этим должен быть запрещен сброс необеззараженных отработанных эмульсий в гидросферу, так как в СОЖ может развиваться и патогенная микрофлора, которая является причиной различных инфекционных заболеваний.

Так как для приготовления СОЖ используется вода питьевая, то микробиологические показатели исходной воды должны соответствовать требованиям ГОСТ 2874 - 82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством" и СНиП «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» N 136/1940 от 15.04.1997 г.. Длительное применение водных растворов можно организовать на примере оборотного использования охлаждающих вод, которые очищают и охлаждают в специальных сооружениях: прудах-охладителях, брызгальных бассейнах и градирнях. При охлаждении, происходит потеря части воды. Основная очистка оборотной воды в таких системах направлена на предохранение труб и систем охлаждения от образования накипи.

На предприятиях, входящих в состав отраслей станко - инструментальной промышленности, автомобилестроения, тяжелого, энергетического, транспортного машиностроения, а также строительного, дорожного и коммунального машиностроения, использование воды в оборотных системах составляло на конец 1988 года 33 –58 % (73 % - в среднем по промышленности страны). Предприятия указанных отраслей до настоящего времени потребляют 50-60 % воды питьевого качества, причем около 50 % этого количества используется для технологических целей [3].

Сточные воды после общей или локальной очистки могут быть частично или полностью повторно использованы в количестве Q_{п.исп.} для пополнения системы оборотного водоснабжения данного технологического процесса или направлены в другие технологические процессы, где требования к качеству воды менее жесткие, после чего будут выпущены в водоем.

Но такие технологии нельзя использовать для создания оборотных систем, в которых применяются смазочно-охлаждающие жидкости из-за их сложного фазово-дисперсного состава.

Смазочно-охлаждающие средства широко применяются в процессах шлифования, резания, сверления и других видах обработки металлов. Они определяют долговечность режущего инструмента, эффективность и качество обработки материалов. Отработанная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) характеризуется значительной концентрацией масел, механических примесей и достаточно высокой степенью поражения микроорганизмами, что вызывает необходимость ее очистки. Практика эксплуатации СОЖ показывает, что практически через 1-3 месяца смазочно-охлаждающие жидкости приходят в негодность.

Анализ литературных источников показал, что отсутствует информация о научных работах, связанных с исследованием влияния гидродинамики потоков жидкости в производственных условиях на активность роста микроорганизмов и технологических водных растворах, хотя сами гидродинамические процессы и их расчеты представлены достаточно полно [4].

В настоящее время на предприятиях машиностроительного комплекса эксплуатируются автоматизированные линии большой протяженности со сложной технологической компоновкой узлов. В таких системах создаются предпосылки и очаги развития микроорганизмов, так как организовать качественную профилактику подобных линий достаточно сложная задача. Свежеприготовленная СОЖ после непродолжительного времени работы в автоматической линии (до 30 – 40 суток) поражается микроорганизмами полностью, после чего даже при всех других удовлетворяющих реологических показателях дальнейшее применение такой жидкости невозможно.

По данным работ [5-7] машиностроительные и металлообрабатывающие отрасли, в которых применяют СОЖ, занимают четвертое место по объему сбросов после черной металлургии, нефтехимической и целлюлозно-бумажной промышленности. Из общего объема стока, равного более 7 км³ в год, лишь немногим больше половины проходит через очистные сооружения. При этом доля так называемых маслоэмульсионных стоков (отработанные водосмываемые СОЖ) составляет 40-60 % общезаводских стоков.

Сброс отработанных технологических растворов с участков травления листовой стали, якорных цепей, хромирования и мойки деталей составляет в среднем 4500 м³ в год. При этом в прибрежные акватории попадает более 30 тонн высокотоксичного хрома, 140 тонн нефтепродуктов, 170 тонн железа.

При перекачке сточных вод насосами происходит дополнительное диспергирование частиц масла и образование более тонкой эмульсии. Отработанные СОЖ требуют применения более сложных методов очистки.

Анализ источников информации, позволяет сделать вывод о влиянии на стабильность маслоэмульсионных технических растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Значительные колебания концентраций содержащихся в СОЖ веществ зависят от качества используемой для их приготовления воды, условий эксплуатации эмульсий, соответственно этих условия требованиям ГУ, а также от изменений физико-химических характеристик, что обусловлено ухудшением микробиологических показателей СОЖ [8].

В результате ухудшения физико-химических характеристик СОЖ сокращается срок

ее эксплуатации, проводится досрочная замена оборудования и увеличиваются объемы сбросов загрязненных стоков.

Увеличение срока работы СОЖ в технологических процессах обработки металлических изделий является важной задачей для уменьшения экологической опасности последней для окружающей среды.

В технологических жидкостях при их применении в производственных условиях со временем увеличивается количество микроорганизмов - бактерий и грибов. В результате этого ухудшаются технологические показатели водных эмульсий [3]. Кроме этого, появляются биологически активные вещества, которые отрицательно влияют на санитарно-гигиенические условия рабочей зоны [9,10].

Степень биоповреждения является основным фактором в определении сроков эксплуатации СОЖ. При отсутствии защиты от биоповреждений срок службы СОЖ может сократиться до 1 – 3 недель. При этом объем загрязненных стоков может составлять до 1 – 50 м³ в сутки. Исходя из этого следует, что биологический фактор является лимитирующим период применения СОЖ [11,12 13 9]. В связи с этим должен быть запрещен сброс необеззараженных отработанных эмульсий в гидросферу, так как в СОЖ может развиваться и патогенная микрофлора, что может стать причиной различных инфекционных заболеваний.

Наиболее быстро гнивают технологические растворы в емкостях, где они собираются и в период, когда оборудование не работает. Влияние на процесс гнивания оказывает, марка технологической эмульсии. Например, наиболее быстро гнивают эмульсии, приготовленные на основе нефтяных кислот (в течение недели в теплое летнее время) [13]

Наиболее активными разрушителями технологических эмульсий, являются сульфатосредствализующие бактерии, которые разлагают эмульсии и снижают показатель pH до 7 [8, 14]. Величина pH растворов во многом определяет скорость роста микроорганизмов в водных эмульсиях. Наиболее благоприятным для развития бактерий является диапазон pH от 7 до 9.

В процессе длительной эксплуатации СОЖ постепенно загрязняется механическими примесями, поражается микроорганизмами, в результате чего теряет функциональные свойства и дальнейшее ее использование становится экономически нецелесообразным. Поэтому в определенный момент времени требуется замена ее новой. Отработанную СОЖ сначала необходимо очищать от механических примесей седиментационным осаждением, фильтрацией или центрифугированием, а затем разлагать на компоненты, часть из которых желательно возвращать для повторного использования, реализуя тем самым ресурсосберегающую (малоотходную) технологию. Трудно разрешимой задачей является эффективное разложение СОЖ на фазы – водную и концентрат. Для этих целей используют такие методы как: флотация, экстракция, сорбция, обратный осмос и ультрафильтрация, термическое обезвреживание, электрокоагуляция, выпаривание, химическая коагуляция, электрохимическая очистка и др. [15-22].

Из всех вышеперечисленных методов наиболее перспективным является метод электрокоагуляции. Степень разложения СОЖ зависит не только и не столько от времени электрокоагуляции, сколько от плотности тока i , и в меньшей степени – от вида СОЖ.

Главное преимущество электрохимической очистки по сравнению с реагентными

способами, широко применяемыми до настоящего времени, состоит в отказе от строительства громоздких очистных сооружений, занимающих значительные производственные площади [23-30].

Указанный метод находит широкое применение при очистке сточных вод, содержащих суспензии и коллоидные растворы нефтепродуктов, масел, жиров.

При разложении эмульсионных СОЖ, загрязнение поверхности электродов продуктами растворения и коагуляции происходит интенсивнее, чем при электрокоагуляции полусинтетических СОЖ [23].

Широкое применение получили методы обеззараживания технических растворов [31-33]. Особенно часто для обеззараживания используют соединения хлора, в частности гипохлоритом натрия.

Изучение влияния гипохлорита натрия на бактериальные клетки (бактерии E-coli) по установлению уровня снижения активности ферментов – дегидрогеназ по отношению к субстратам янтарной кислоты и глюкозы – показало, что механизм действия электролитического гипохлорита натрия и жидкого хлора аналогичен.

При прочих равных условиях независимо от вида используемого реагента, содержащего хлор, требуемая степень обеззараживания воды достигается при одной и той же дозе по активному хлору. Величина свободного остаточного хлора, равная 0,3 – 0,5 мг/л для питьевой воды и 1,5 – 2 мг/л для сточной жидкости, как в случае применения жидкого хлора, так и при использовании электролитических гипохлоритов является гарантированным показателем бактериальной надежности обрабатываемой воды.

Устройства для разделения жидких и твердых составляющих, применяемые при очистке промышленных сточных вод описаны в [34].

Требования к промышленной санитарии диктуют необходимость выбора устройств для очистки сточных вод и СОЖ, устройств для транспортировки СОЖ в цехе и др.

Устройства регенерации и очистки СОЖ позволяют получить не только существенную экономию за счет сокращения потерь жидкости, но в ряде случаев необходимы для обеспечения высоких современных социально-гигиенических и экономических требований, предъявляемых к машиностроительному производству. Очистка СОЖ от механических примесей может не только улучшить качество обработки поверхностей, повысить стойкость инструмента, но и увеличить срок службы эмульсий [34-40]. Так как загрязнения являются питательной средой для развития микроорганизмов, то очистка СОЖ улучшает ее эксплуатационные показатели.

Установки для регенерации эмульсий непрерывного действия, используются на заводах фирмы «Форд», где в резервуаре к жидкости добавляют деэмульгатор и сульфат алюминия. Жидкость в резервуаре перемешивается в течение 2 ч. и одновременно нагревается до температуры 82 °С. В результате воздействия бактерицида и повышенной температуры погибают микроорганизмы, а деэмульгатор способствует разделению эмульсии на воду и масло. После перемешивания и нагревания жидкость сутки отстаивают. Образуется три слоя: чистое масло, вода, и промежуточный слой тонкодисперсной эмульсии. Чистое масло отбирается сверху и вновь используют для приготовления эмульсола. Вода спускается в очистительный бак, где к ней добавляют флокулянт. Далее воду фильтруют. Часть воды используется для приготовления свежей эмульсии.

остальная сбрасывается в канализацию. Промежуточный слой, содержащий грязь и отходы, выпускается в отстойник, где выдерживается в течение суток. Со дна отстойника удаляются грязь и вода, а всплывшее наверх масло откачивается и через фильтр направляется в смесительный резервуар, где перемешивается с эмульгирующими составами и водой и в виде эмульсии из бака возвращается в производство повторного использования. Весь цикл регенерации продолжается около двух суток. По данным фирмы, система окупилась за три месяца.

Использование такой замкнутой схемы позволило эксплуатировать эмульсию без сброса и замены в течение года.

В системах подачи СОЖ металлорежущих станков предусматривается обычно непрерывное фильтрование всей циркулирующей жидкости. Для этого в схемах предусматривают последовательное включение фильтров (полнопоточные фильтры). В отдельных случаях возникает необходимость более тонкой очистки части потока. Эта задача решается применением схем комбинированного включения фильтров.

Машиностроительные предприятия являются одним из самых водоемких производств, сточные воды которых относятся к категории наиболее вредных в санитарном отношении [1-4,41]. Существующие схемы очистных сооружений имеют ряд недостатков: большую занимаемую площадь, низкую санитарную надежность, большие затраты на строительство и эксплуатацию.

Согласно исследованиям, совершенствование схем очистки достигается за счет применения метода фильтрования через слои вспомогательных веществ. Фильтры со слоем вспомогательного вещества совмещают в себе процессы глубокого осветления сточных вод и обезвоживания образующегося осадка, дают высокий эффект очистки и применимы практически при любой концентрации загрязнений в сточных водах.

Проведенный анализ литературных источников по вопросу использования воды в технологических процессах на производстве позволяет сделать заключение о том что:

Основными показателями, определяющими зараженность СОЖ микроорганизмами, являются: количество растворенного кислорода, температура жидкости, концентрация свободных масел и режим работы технологического оборудования. В условиях производства все эти показатели связаны функционально между собой так же, как и различные виды микроорганизмов, которые развиваются в СОЖ (аэробы и анаэробы). Температура в жидкости определяет скорость роста бактерий и количество кислорода в воде. Режим работы и техническое состояние оборудования определяют время отстаивания СОЖ (т.е. время неподвижности), а также количество свободных масел, попадающих в жидкость из гидравлических систем станков и, следовательно, скорость образования масляной пленки на поверхности в емкости хранения, что влечет за собой переход к анаэробному характеру развития бактерий.

Большинство способов, очистки и регенерации СОЖ не позволяют исключить операции промывки технологических линий и требуют внедрения дорогостоящего оборудования.

Проблема охраны окружающей среды, здоровья человека, а также возросшие требования к технологии металлообработки и прогресс в развитии станочного

оборудования привели ряд ведущих зарубежных фирм в области производства СОЖ к необходимости принятия программ создания нового поколения СОЖ на водной основе. Так по данным анализа деятельности ведущих фирм: Доу, Кемикл, Хехст, Ром и Хаас, Бритиш Петролиум, Кастрол, Шелл, Мобил одним из критериев для производства нового поколения экологически безопасных СОЖ на водной основе являлась ее биостабильность (долговечность работы, комбинированные бактерицидно-фунгицидные свойства, отсутствие запаха, стабильность физико-химических свойств) [42].

Из вышеизложенного видно, что основными способом защиты СОЖ от биоповреждения является разработка химических средств защиты. Основной тенденцией отечественных и зарубежных исследований является увеличение роли синтетических и полусинтетических составов, обладающих повышенной биостойкостью, не содержащих экологически опасных компонентов и удовлетворяющих современным требованиям к физико-химическим и эксплуатационным свойствам, в том числе и в условиях длительного непрерывного автоматического производства.

Применение химических веществ для повышения биостойкости СОЖ подавляет развитие микроорганизмов, но, согласно действию закона о физико-химическом единстве живого вещества (Закон В.И. Вернадского), может отрицательно влиять и на другие биологические объекты окружающей среды при сбросах отработанных СОЖ. Согласно закону академика В.И. Вернадского «все живое вещество Земли физико-химически едино». Поэтому любые физико-химические агенты смертельные для одних организмов, не могут не оказывать вредное влияние на другие организмы. Вся разница состоит лишь в степени устойчивости вида к агенту [43].

Значит надо искать эффективные методы (в том числе и физические) защиты СОЖ от биоповреждений не связанные с применением дополнительных химических добавок. Продление срока эксплуатации СОЖ без изменения ее физико-химических свойств резко сократит объемы чистой воды для их приготовления и сбросы загрязненных стоков в окружающую среду.

На основе результатов анализа научно-технической литературы определена цель исследований - разработка способов и устройств снижения экологической опасности смазочно-охлаждающих жидкостей, позволяющих им функционировать в технологических линиях более 1 года без изменения функциональных свойств, вызываемых бактериологическим поражением эмульсий.

В соответствии с целью необходимо:

- определить экологическую опасность СОЖ и основные ее показатели;
- выполнить анализ существующих способов и оборудования, применяемых для обеспечения длительного и экологически безопасного применения СОЖ на производстве;
- определить типы микроорганизмов, развивающихся в масло-эмульсионных водах типа СОЖ;
- определить модель процесса развития бактерий в СОЖ как передаточной функции объекта;
- изучить влияния микроорганизмов на физико-химические свойства СОЖ;
- определить зависимости роста объема биомассы микроорганизмов в динамическом и стационарном режимах состояния СОЖ, а также при различных режимах



движения жидкости в технологических линиях;
определить зависимости роста объема биомассы микроорганизмов в СОЖ,
длительное время находившейся в движении, при добавлении пораженной
микроорганизмами СОЖ;
на основе результатов исследований, разработать технологию и оборудование
обеспечивающее длительное, более одного года, применение для
кондиционирования СОЖ;
выбрать природную глину для исследований в качестве фильтрующего вещества,
позволяющего заменить активированный уголь; исследовать физико-химические
свойства глины и предложить фильтр для очистки СОЖ от механических примесей;
выполнить эколого-экономическую оценку результатов разработок.

Список литературы: 1. Исмаилов Т.А. О перспективах развития дефицита воды и использования пресных и подземных вод в условиях парникового эффекта // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. - 2005. - № 4. - С. 101 - 110. 2. Общегосударственная программа развития водного хозяйства. - №2988-III. - Утверждено Законом Украины от 17. 01.2002 г. 3. Макаров В.М., Беличенко Ю.П. и др. Рациональное использование и очистка воды на машиностроительных предприятиях. - М.: Машиностроение, 1988. - 269с. 4. Романков П. Г., Курочкина М. И. Гидромеханические процессы химической технологии. - Л.: Химия, 1982. - 288 с. 5. Костюк В.И., Каримук Г.С. Очистка сточных вод машиностроительных предприятий. Киев, 1990.-120 с. 6. Каменская А.А., Ковалова Р.И., Лабецкий В.М. Воздействие производств обработки металлов резанием машиностроительных предприятий на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба. // Ред. к.х.н. В.В. Бордунов. - Новосибирск, 1992.- 102 с. 7. Костюк В.И. Утилизация и регенерация отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей. М.:ЦНИИТЭ нефтехим, 1994.- вып. 1.- 38 с. 8. Е. П. Губинов Влияние чистоты СОЖ на эффективность процесса абразивного резания // Смазочно-охлаждающие жидкости в процессах абразивной обработки. Теоретические основы и техника применения. Межвуз. науч. об.(вып.2).- Саратов. Изд-во Саратов. ун-та, 1986. - С.22 9. Международный сборник трудов. - Донецк. ДонГТУ, 2000. Вып. 10. - 318 с. 10. Бланк Ю.И. Теория и практика экологизации промышленных производств на примере береговых производств морского транспорта: Автореферат дисерт. на соискание уч. степ. д.т.н. - Одесса: Гос. университет. 1989.- 40 с. 11. Применение эффективных смазочно-охлаждающих и моющих жидкостей в машиностроении, их утилизация // Техника машиностроения.-1996 - №1 (7) с. 104. 12. Березуцкий В.В. Техногенная безопасность маслэмульсионных вод. Харьков, ХДПУ, 1998. - 279 с. 13. Поляисков Ю. В. и др. Оценка устойчивости эмульсионных смазочно-охлаждающих жидкостей. Повышение качества смазочно-охлаждающих жидкостей и режущих инструментов: Межвуз. Сб. научн. Тр. /Чуваши Ун-т. Чебоксары, 1987. - 112 с. 14. Мамедьяров М.А. Химия синтетических масел. Л.: Химия, 1989.-240 с. 15. Мясников И.Н., Баранова Л. Б., Штондина В. С. Очистка нефтесодержащих сточных вод с применением бентонита // Водоснабжение и санитарная техника, 1988. № 8. - С. 24 25. 16. Шувалов В.М., Шандалов С. М., Позднышев Л.Г. Совершенствование реагентной очистки эмульсионных сточных вод. Тез. Докл. Обл. науч.-технич. конф. «Проблемы контроля загрязнения природной среды и методы очистки промышленных выбросов», Куйбышев, дек. 1988. - С 93 - 95 17. Андриенко Н.М., и др. Очистка щелочных маслосодержащих сточных вод с применением соединения марганца // Химия и технология воды.-1988.-№ 4, -С. 353 - 355. 18. Пат.190201 ВНР, МКИ⁴ С 02 F 1/46/, № 460/82, заявл. 16.02.82, Опубл. 29.04.88 /Fabrics Ferenc, Petak Tiborne. Установка для дестабилизации эмульсий и/или суспензий. 19. А.С. 1527180 СССР, Бюл № 45 от 07.12.89/ Мыльк Н.П., и др. Способ очистки сточных вод, содержащих неионогенные поверхностно-активные вещества. 20. А.С. 1426951, Бюл. № 36 от 30.09.88 /Шувалов В.М., Шандалов С. М., Позднышев Л.Г. Устройство для очистки сточных вод от нефтепродуктов 21. Бочкарев В.Б., и др. Ультратрафилтрационная очистка отработанных моющих растворов и сточных вод: Сборник научных трудов НИОУ Технология автомобильной промышленности. 1987 №1 -С 24 - 27 22. А.С. 1457356 СССР, Бюл. № 45 1987 /Захватов Г.И. Способ очистки воды от

эмульгированных органических примесей. 23. Катинский Д.Г., Паянова Н.Н., Воронцов Ю.И. К вопросу об электрокоагуляции синтетических СОЖ. Повышение качества смазочно-охлаждающих жидкостей и режущих инструментов: Межвуз. Сб. научн. Тр. Чуваш. Ун-т. Чебоксары. 1987. - 112 с. 24. Яковлев С.В., Цветкова А.И., Шестакова И.А., Современные методы очистки сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества, «Обзор инф. ЦБНТИ Минжилкомхоза РСФСР» 1988. № 1. - С.1 – 62. 25. Сватиков В.П., и др. Очистка сточных вод от жестких ПАВ с использованием метода электрохимической обработки //Нормирование и контроль за выбросами вредных веществ в окружающую среду, мероприятия по обеспечению нормативов ПДВ и ЦДС: Материалы научной конференции (25 – 27. 10 1989г.) - Казань. 1989. - С. 75 – 76. 26. Юдина С.М., Дачкина Н.Б., Выбор метода разрушения отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ): Сборник научных трудов – М.: ВНИИ ВОДГЕО. – 1984. - С. 24 – 29. 27. European Commission: Technical Guidance Document (TGD) in support of Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances. №1488/94, part IV (1996). 28. Emission Scenario Document Metal Extraction, Refining and Processing Industry IC8, Subcategory Metal Processing Umweltbundesamt (UBA), Berlin, 2001. 29. (DEC):Emission Scenario Document: Lubricants and lubricant additives, 2001. 30. Harmonisation of Environmental Emission Scenarios. Biocides: Pt. 13. Metalworking Fluid Preservatives. //European Commission DG ENV/RIVM,2003. 31. Русанова Н.А., Рябенко В.А. Эффективность методов очистки и обеззараживания при обработке воды, содержащей вирусы // Гигиена и санитария, 1988. № 8. - С. 13 – 15. 32. Ямшиков В.С., и др. Обеззараживание сточных вод виброакустическим воздействием. Материалы семинара «Очистка сточных вод при сбросе в водоемы и повторное использование», О – во «Знание», М., 1988 - С. 124 – 126. 33. Ивлева Г.А., Козина А.К., Колядкина Г.С. и др. Способ обеззараживания воды // Экологические системы и приборы, 2006. № 1. -С. 57 – 59. 34. Устройство для разделения жидкостей и твердых частиц //Кагаку когаку. – 1986. – т. 50, № 13. – С. 1 – 133, 72 – 73. 35. Постоянная продувка эмульсии воздухом как во время работы станка, так и во время его простоя является одним из методов увеличения срока службы эмульсий. Nichalson R. Care and handling of cutting fluids – Tribologi international , № 10, 1977. - р. 17 – 22. 36. Кривоухов В.А., Петруха П.Г., и др. Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки. М.: Машиностроение, 1967. 37. Николаева Е. Г., Кирилл И.Г. Очистка технологической смазки в системах прокатных станов. М - Металлургия, 1986. -136 с. 38. Обработка маслосодержащих сточных вод. Terajima Kazuk, //Санге когай = Ind. Pollut/ Contr. 1988., № 8. - С 584 – 590, Япония. 39. Ваганабэ Макото. Способы обработки сточных вод, содержащих отработанные охлаждающие жидкости, Дзюнкацу цусин. 1988. № 258. - С. 16 – 19 Япония. 40. Гольдман М.Д., Радовенчик В.М., Хохотава О.Н. Видаления масел з води з викорисанням магнетиту, модифікованого аминами // Екологія та ресурсосбереження, научно-технический журнал. 2003. № 5, - С.45 – 47. 41. Устройство для разделения жидкостей и твердых частиц //Кагаку когаку - 1986. – т. 50, № 13. – С. 1 – 133, 72 – 73. 42. Кухаренко А.А., Дадашев М.Н., Фукс И.Г. Смазочные материалы и охрана окружающей среды //Экология промышленного производства, 2005. Вып. 1, Москва. - С.47 – 49. 43. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник.-М.: Мысль, 1990.-637 с.

Поступила в редакцию 21.10.06