



УДК 621.9.014.8:66.047

А. М. ТИХОНЦОВ, докт. техн. наук, А. Е. КОВАЛЕВ, аспирант

Днепродзержинский государственный технический университет (ДГТУ), г. Днепродзержинск

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

В статье приводятся результаты теоретических и поисковых исследований по созданию комплексных, экологически чистых и безотходных систем, обеспечивающих эффективную работу технологического оборудования механических цехов и вспомогательного оборудования, необходимого для эксплуатации смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и транспортирования и переработки отходов механических цехов (металлическая стружка, шлам шлифовальных станков, обрезь заготовок). Рассматриваются и даются рекомендации по эксплуатации участков лезвийной и абразивной обработки с водными и масляными СОЖ. В качестве примера приводится комплексная система ПХОР – приготовления, хранения, очистки и регенерации эмульсии.

стружка, станочное оборудование, смазывающая жидкость, центрифуга, фильтрация, производительность, комплексная система, вспомогательное оборудование, лезвийная обработка, абразивная обработка

Постановка проблемы и ее связь с практически-ми задачами. Отсутствие комплексной механизации и автоматизации вспомогательных операций механических цехов приводит к значительным потерям металла, большим эксплуатационным расходам, загрязнению окружающей среды, снижает культуру производства, производительность и технический уровень технологических процессов. Поэтому возникают задачи по созданию комплексных систем, обслуживающих основное технологическое оборудование, а также оборудование для вспомогательных операций. Эти задачи могут быть эффективно решены в результате создания специального оборудования для эксплуатации смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и отходов механической обработки (стружки, шлама, обрезки заготовок).

Анализ последних исследований. При разработке новых комплексных систем переработки и транспортирования стружки, приготовления и эксплуатации СОЖ использовались тенденции развития отечественного и зарубежного машиностроения: широкое внедрение механизированных баков-отстойников, а также барабанных стружкоотделителей; максимальное внедрение силовой очистки СОЖ с помощью гидроциклонов; применение двух- и многоступенчатой очистки СОЖ; максимальное дробление стружки у станка, где она образуется; широкое применение безнапорного гидротранспорта стружки и шлама.

Проблема создания комплексных систем всесторонне изучалась в политехнических институтах: Львовском, Запорожском, Липецком, Новгородском, Горьковском, Ульяновском. Решен ряд технических задач по указанной тематике, разработаны оригинальные конструкции оборудования для вспомогательных процессов и методики их расчета.

Формулирование целей статьи. Целью данной статьи являлось проведение анализа теоретических и экспериментальных исследований по компоновке эффективных комплексных систем для транспортирования и переработки стружки, приготовления и эксплуатации СОЖ с использованием обширного материала, полученного Днепродзержинским государственным техническим университетом (ДГТУ). При этом необходимо было учитывать тенденции развития оборудования в данной отрасли: большая часть конструкций стружкодробилок были ножевыми со специальным профилем ножей; при значительных количествах СОЖ они использовались как транспортирующий агент для перемещения стружки по желобам в механическом цеху; для переработки стружки разрабатывались специальные пакетировочные прессы; для отделения стружки от СОЖ, ее сушки и обезвоживания применялись барабанные устройства. Аналогичное специальное оборудование разрабатывалось и для процессов приготовления и эксплуатации СОЖ. Однако для ряда вспомогательных операций отсутствуют специаль-

ные комплексные системы; в ряде случаев они малозффективны, требуют разработки специальных транспортных устройств для перемещения отходов.

Поэтому авторами была поставлена цель проанализировать последние исследования и публикации, в которых решались данные задачи.

Изложение основного материала. В механических цехах машиностроительных заводов для механической обработки деталей применяется оборудование, которое называют основным технологическим: металлорежущие станки, станочные и контрольные приспособления, машины для мойки деталей и их термической обработки, транспортные системы для перемещения деталей и заготовок [1]. Особую группу машин и оборудования составляют устройства для приготовления и эксплуатации смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), уборки стружки из зоны резания и ее транспортирования по механическому цеху, переработки стружки в брикеты, механизированные и автоматизированные склады. Все эти машины называются вспомогательным оборудованием механических цехов [2, 3, 4]. Отсутствие таких машин и оборудования приводит к значительным потерям отходов металлообработки (металлическая стружка, шламы шлифовальных станков, обресты заготовок), безвозвратным потерям СОЖ, используемых для охлаждения зоны резания. Неправильная переработка отходов механических цехов приводит к значительному загрязнению окружающей среды.

Исходя из вышесказанного, возникает задача создания эффективного вспомогательного оборудования и объединения его в комплексные системы, обеспечивающие безотходную технологию транспортирования и переработки указанных отходов механических цехов. На машиностроительных заводах различают участки или цеха лезвийной обработки, где в качестве СОЖ используется одна и та же эмульсия или синтетическая жидкость, и для перемещения стружки применяют гидротранспорт. Участки абразивной обработки, где используется водная СОЖ, и транспортирование шлама осуществляется только с помощью гидротранспорта; участки лезвийной обработки с масляными СОЖ; участки или цеха лезвийной обработки без СОЖ. Для каждой из указанных технологических операций должна быть разработана своя комплексная автоматизированная система вспомогательных процессов. Данные комплексные системы можно изобразить графически, где каждая вспомогательная операция имеет свой определенный номер, и взаимосвязь операций между собой показана стрелкой.

При лезвийной обработке с водной СОЖ комплексная автоматизированная система вспомогательных процессов является наиболее универсальной и включает

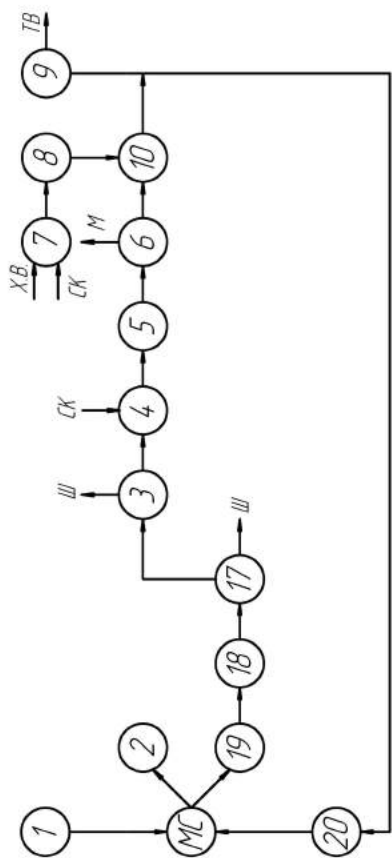
практически все существующие вспомогательные операции (рис. 1а). В зону резания металлорежущих станков (МС) перемещают заготовку 1 и подают СОЖ 20. После обработки деталь передвигают от станка 2, убирают из зоны резания стружку совместно с СОЖ 19 и транспортируют их по цеху 18. На участке переработки стружки выполняют следующие операции: отделяют стружку от СОЖ 17, обезвоживают ее на центрифугах 16, обрабатывают с помощью мощного раствора (МР) 15, сушат 14, классифицируют по крупности 13, при необходимости дробят 11 и производят окускование 12, в результате чего образуются брикеты 5. Отделившаяся жидкость поступает на участки регенерации СОЖ, где ее очищают от твердых частиц 3, периодически удаляя мелкие частицы и шлам (Ш), проверяют состав СОЖ 4 и добавляют недостающие составляющие компоненты (СК), повышают биологическую стойкость на термоустановке 5, отделяют посторонние масла (М), подвергают термостабилизации 6 и подают к станкам 10. Приготавливают СОЖ на отдельном участке 7, для чего подают на участок холодную воду (ХВ) и составляющие компоненты (СК). С этого участка жидкость периодически доливают в технологическую цепь 8. Разложение отработанной СОЖ 9 осуществляют на участке нейтрализации, откуда техническая вода (ТВ) сбрасывается в канализацию или идет на приготовление новой СОЖ.

При абразивной обработке с водной СОЖ (рис. 1б) после гидротранспорта шлама 18 отделяют жидкость 17, направляя ее на участок очистки и регенерации. После восстановления характеристики СОЖ ее направляют к станкам 10.

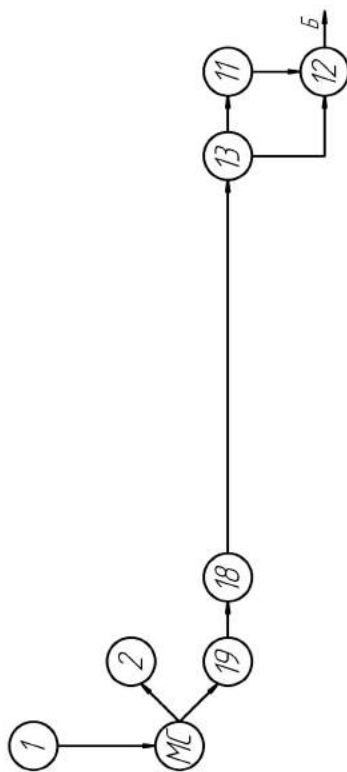
При лезвийной обработке с масляными СОЖ (рис. 1в) после уборки стружки из зоны резания станка 19 ее отделяют от масла. Масло очищают от мелких твердых частиц 3 и подают к станкам 10. С целью компенсации уноса СОЖ со стружкой и деталями масло (М) периодически доливают в систему 5. Стружка поступает на участок переработки, где из нее формируют брикеты.

При лезвийной обработке без СОЖ (рис. 1г) комплексная система вспомогательных операций значительно упрощается, причем участок переработки стружки может быть как в каждом механическом цехе, так и один межцеховой.

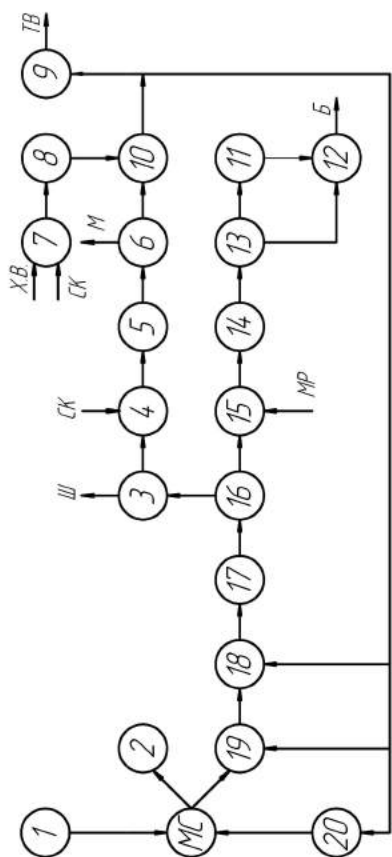
Анализ данных комплексных систем позволяет сделать следующие выводы. Системы объединяют ряд самостоятельных участков: обслуживания станков операции 1, 2, 19, 20; транспортирования отходов по цеху 18; отделения и обезвоживания стружки 16, 17; переработки стружки 11, 12, 13, 14, 15; очистки и регенерации СОЖ 3–6; приготовления и хранения СОЖ 7, 8; централизованной подачи СОЖ к станкам 10; нейтрализации СОЖ 9. Как между



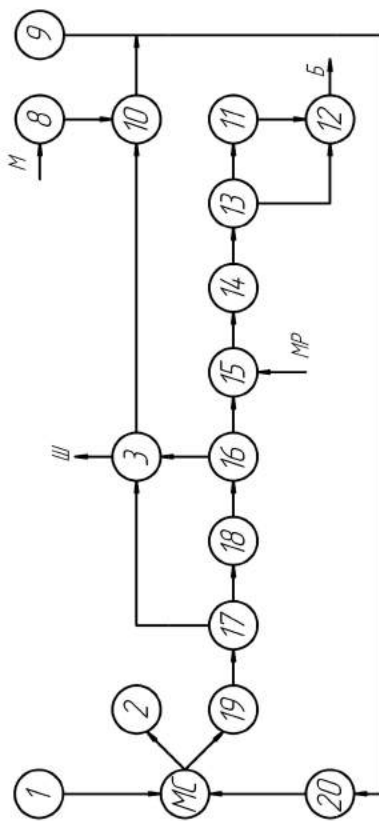
б



г



а



в

Рис. 1. Взаимосвязь вспомогательных процессов механических цехов

участками, так и между отдельными операциями необходимо применять специальный транспорт для перемещения стружки и СОЖ: для стружки – между пунктами 17 и 16, 16 и 15, 15 и 14 и т. д., для СОЖ – между 3 и 4, 4 и 5, 5 и 6 и т. д. При расчете параметров оборудования для вспомогательных процессов и транспортных средств между отдельными операциями определяющим параметром оптимизации должна быть производительность.

Компоновка комплексных систем транспортирования отходов зависит от вида СОЖ, типа загрязнений, их физико-химических свойств, требований, предъявляемых к качеству очистки (степень и тонкость) [5].

Обозначения, принятые в классификации комплексных систем, приведены ниже: по видам обработки (Л – лезвийная, А – абразивная); по видам СОЖ, используемой в системе (В – водные эмульсии, С – синтетические жидкости, М – масляные СОЖ); по транспортированию стружки или шлама (Б – безнапорный гидротранспорт, Н – напорный гидротранспорт, Ш – шнековые конвейеры, С – скребковые конвейеры, П – пластинчатые конвейеры); по отделению стружки от СОЖ (Б – гравитационные баки-отстойники, С – барабанные стружкоотделители, К – специальные конвейеры); по очистке жидкости от мелких твердых частиц (Г – гидроциклоны, М – магнитные сепараторы, Б – барабанные фильтры, Ф – фильтровальные установки, Ц – центрифуги); по второй стадии очистки СОЖ от твердых частиц (буквенное обозначение через дробь). Применяемая система обозначений позволяет характеризовать комплекс как по назначению, так и по применяемому оборудованию. Например, комплексная система типа ЛВБСГФ предназначена для лезвийной обработки (Л) с использованием водной эмульсии (В); стружка с эмульсией от станков удаляется безнапорным гидротранспортом (Б) и отделяется от СОЖ с помощью барабанного стружкоотделителя (С); очистка жидкости от мелких частиц двухступенчатая; первая ступень – с помощью гидроциклонов (Г), вторая – с помощью фильтровальной установки (Ф).

В качестве примера можно рассмотреть систему приготовления, хранения, очистки и регенерации СОЖ (ПХОР) [6] эмульсии ЭТ-2. Процесс приготовления эмульсии осуществляется по общеизвестной методике. Для этого на участке приготовления имеются четыре емкости, связанные между собой системой насосов (рис. 2). В бак 1 периодически заливают эмульсол ЭТ-2, откуда насосом перекачивают в бак 2 и подают воду, нагреваемую паром. В результате получают концентрат эмульсола. В емкости 33 готовят солевой концентрат, состоящий из едкого натрия и каустической соды в нужной пропорции; в баке 3 – эмульсию концентрацией 3–5 %. Затем свежеприготовленную жидкость ЭТ-2 насосом 4 перекачивают в бак

10 централизованного снабжения эмульсией металлорежущего оборудования, – при этом кран 5 открыт, краны 25, 24 и 8 закрыты. После охлаждения зоны резания СОЖ вместе со стружкой и шламом транспортируется по желобу 21 и с помощью вибротолка 20 попадает в барабанный стружкоотделитель 19. Отделившаяся эмульсия вместе с мелкими частицами стружки и шлама сливается в емкость 18; стружку с малым количеством охлаждающей жидкости подают по лотку 16 в центрифугу 13. В центрифуге стружка обезвоживается с целью возврата эмульсии в систему охлаждения зоны резания. После центрифугирования обезвоженную стружку по лотку 14, транспортеру 15 направляют в установку для сушки, а затем на брикетирование. Эмульсию насосом 12 подают в емкость 18, затем насосом 17 – в батарею гидроциклонов 9, в которой происходит очистка от твердых частиц и посторонних механических примесей. Очищенная жидкость сливается в бак 10, откуда ее насосом 11 непрерывно нагнетают в централизованную систему снабжения станков СОЖ. По истечении определенного срока эксплуатации СОЖ направляют на участок регенерации.

Процесс регенерации осуществляется в следующем порядке. Очищенную жидкость насосом 11 перекачивают в емкость 29, для чего открывают кран 6 и закрывают 7. В емкости 29 эмульсия отстаивается в течение 10–12 часов. Затем из бака 3 насосом 4 подают небольшое количество жидкости в нижнюю часть емкости 29 (кран 25 открыт, краны 24 и 5 закрыты). Отстоявшееся масло по каналам маслосборника 27 сливается в бак 30. Насосом 31 эмульсию подают в термокамеру 28, в которой производят ее бактериальное обеззараживание. Жидкость поступает в бак 23 (кран 26 открывают), где происходит процесс восстановления первоначального процентного содержания компонентов и эксплуатационных свойств жидкости (плотность, число рН и т. д.). Для текущего контроля состояния СОЖ на участке ее регенерации предусмотрен испытательный лабораторный стенд 32. Окончательно восстановленная эмульсия в баке 23 пополняется некоторым количеством из бака 3 до своего первоначального объема. При этом должны быть закрыты краны 5 и 25 и открыт кран 24. После этого СОЖ с помощью насоса 22 перекачивают в бак 10, из которого подают в зону резания металлорежущего оборудования.

ВЫВОДЫ

1. Предложенные конструкции специального оборудования для эксплуатации СОЖ являются экологически чистыми и в большинстве случаев обеспечивают безопасные условия труда рабочих.

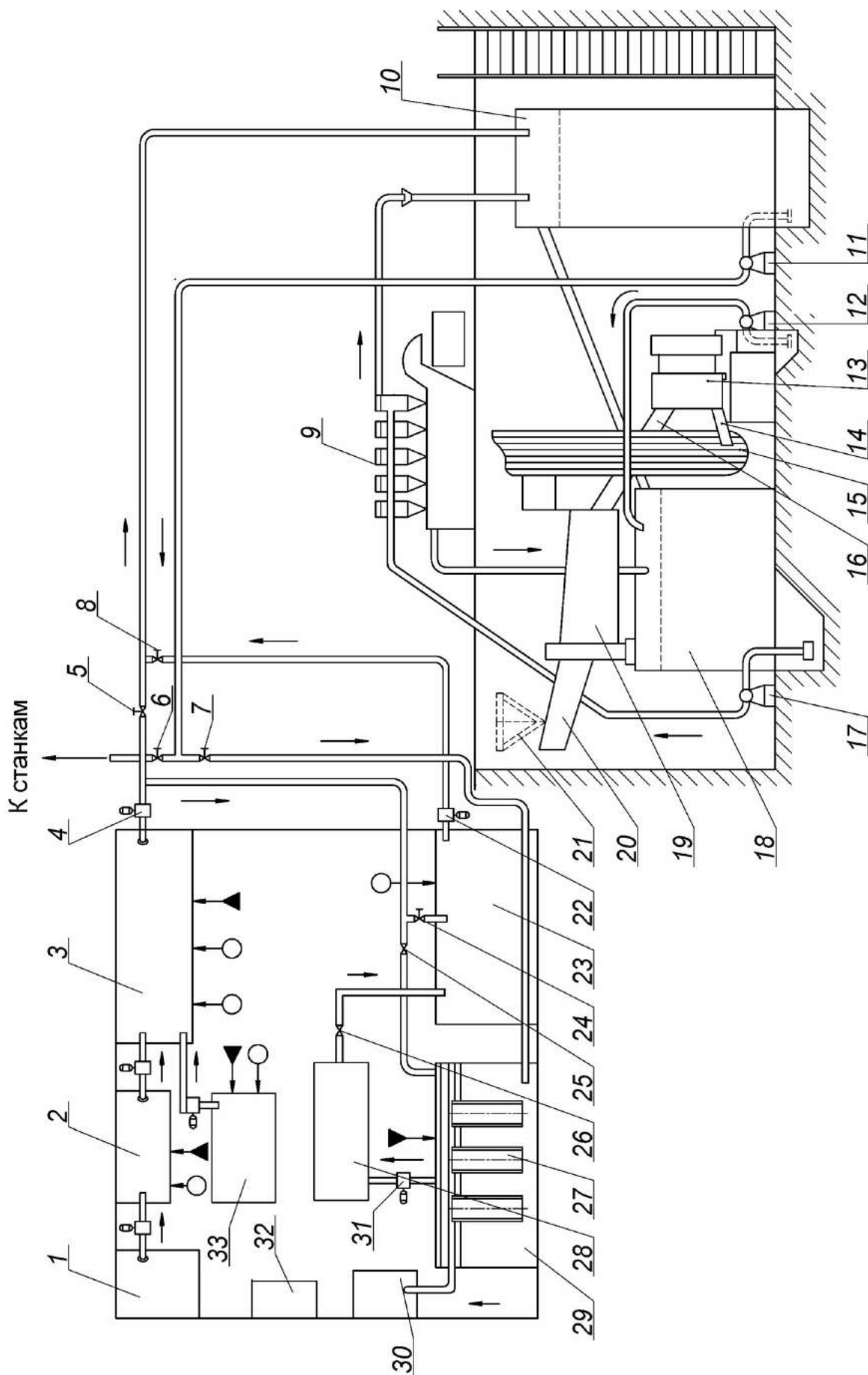


Рис. 2. Комплексная система приготовления, хранения, очистки и регенерации эмульсии

2. В области совершенствования безотходного производства при переработке отходов механических цехов следует продолжать следовать тенденциям использования устройств барабанного типа и гравитационных баков-отстойников.

3. Предложенная система классификации отдельных видов оборудования и комплексных систем в полной мере отражает особенности различных видов обработки с применением разнообразных смазывающе-охлаждающих жидкостей.

4. Учитывая растущую потребность в развитии машиностроительных заводов, целесообразно продолжать исследования в данной области с привлечением к этой работе ДГТУ как ведущую организацию в Украине в данной области исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихонцов А. М. Автоматизация вспомогательных операций механических цехов // Механизация и автоматизация пр-ва. – 1986. – № 5. – С. 23 – 25.
2. Устройство для дробления материалов: А. с. 957958 СССР, МКИ В02 С18/16 / А. М. Тихонцов, А. С. Левчук (СССР). – 30009272/29—33; заявлено 26.11.80; опубл. 15.09.82, Бюл. № 34. – 2 с.
3. Устройство для очистки жидкости: А. с. 1142139 СССР, МКИ В 01 D 33/16. / А. М. Тихонцов, В. Ф. Молчанов, Н. Ф. Цяпко (СССР). – № 3609898/23—26; заявлено 24.06.83; опубл. 28.02.85, Бюл. № 8. – 3 с. ил.
4. Скребокый конвейер для перемещения элементной металлической стружки: А. с. 1620395 СССР, МКИ В 65 G 25/08. / А. М. Тихонцов, А. С. Левчук, В. И. Зацаренко, А. Н. Малый (СССР). – № 4400207/03; заявлено 17.02.88; опубл. 15.01.91, Бюл. № 22 – 4 с. ил.
5. Тихонцов А. М. Вспомогательное оборудование механических цехов: Монография. – К., Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1992. – 168 с.
6. Тихонцов А. М. Научные основы создания специальных видов транспорта для механических цехов машиностроительных заводов: Автореф. дис... д-ра технических наук: 05.22.12; 05.03.01/ Ленингр. ин-т железнодорож. тр-та. – Л., 1984. – 43 с.

Поступила в редакцию 12.02.07.

У статті наводяться результати теоретичних і пошукових досліджень щодо створення комплексних, екологічно чистих і безвідходних систем, що забезпечують ефективну роботу технологічного устаткування механічних цехів і допоміжного устаткування, необхідного для експлуатації мастильно-охолоджуючих рідин (МОР), та транспортування і переробки відходів механічних цехів (металева стружка, шлам шліфувальних верстатів, обрізь заготовок). Розглядаються і даються рекомендації з експлуатації ділянок ріжучої і абразивної обробки з водними і масляними МОР. Як приклад наводиться комплексна система ПЗОР – приготування, зберігання, очищення і регенерації емульсії.

The article results theoretical and search researches on developing integrated, environmentally friendly and non-waste systems providing effective work of the processing equipment of mechanical shops and auxiliaries, necessary for exploitation of lubricating-cooling liquids (LCL) and portage and processing of wastes from mechanical shops (metal chips, slurry of grinding machines, billet crops). Recommendations on exploitation of edge cutting and abrasive machining sites with water and oil LCL are made. The integrated system PSCR [preparations, storage, cleaning and regeneration of emulsion] is cited as an example.