

**Иванов В.П.,\***  
**Дронченко В.А.,\***  
**Троцан Г.Н.,\*\***  
**Лопата В.Н.\*\*\***

\*Полочкий государственный университет,  
г. Новополоцк, Беларусь,

\*\*Херсонская государственная морская  
академия,

г. Херсон, Украина,

\*\*\*НГУУ «КПИ»,

г. Киев, Украина

E-mail: gazoterm@ukr.net

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЭМУЛЬСИЙ НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАВШИХ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

УДК 66.013.8

Показана возможность, на примере смазки ЛЗ-ЦНИИ, приготовления водомасляной эмульсии с помощью ударных волн, генерируемых пневматическим излучателем. Предложено использовать полученную эмульсию в качестве противoadгезионного покрытия форм при производстве железобетонных изделий вместо товарных эмульсолов и эмульсий. Определено максимально допустимое содержание топливных фракций в эмульсии.

**Ключевые слова:** отработавшие пластичные смазки, экология, утилизация, эмульсии.

### Актуальность исследований

Мировая годовая потребность в смазочных материалах превышает 40 млн. т. и продолжает расти примерно на 2 % в год. Доля пластичных смазок (ПС) в этом объеме составляет примерно 3,2 %, т.е. около 1,3 млн. т. Объем потребления пластичных смазок (в %) в общем количестве смазочных материалов по регионам отличается от 2,0 в Северной Америке до 3,8 в Латинской Америке, Центральной и Восточной Европе [1, 2].

В производстве и применении смазочных материалов наметились два основных направления решения экологических проблем. Первое – создание экологически безопасных смазочных материалов – не токсичных, не загрязняющих окружающую среду, обладающих высокой биоразлагаемостью и легкостью утилизации после окончания срока службы. Второе направление – совершенствование способов утилизации отработавших смазочных материалов за счет исключения их вредного воздействия на окружающую среду [2, 3].

На влияние ПС на окружающую среду в настоящее время обращено пристальное внимание. Отработавшие ПС представляют собой сложные многокомпонентные системы, образующиеся в эксплуатации. Они содержат основу смазочного материала и присадки, продукты разложения базовых компонентов и срабатываемости присадок, а также посторонние примеси (топливные фракции, воду, механические примеси и т.д.). Состав отработавших ПС определяет как степень их воздействия на окружающую среду, так и способы их утилизации. Изменение химического состава работающих ПС под влиянием температуры и давления, воздушной среды, воды, каталитического действия металлов, посторонних примесей и микроорганизмов ведет к росту экологической опасности. Поэтому по окончании срока службы природоохранный аспект должен превалировать над экономическим, учитывающим исключительно выгоду и техническую целесообразность повторного использования ценного химического сырья.

### Цель исследований

Выбрать процесс утилизации отработавших пластичных смазок в эмульсии и определить допустимое содержание топливных фракций.

### Результаты исследований.

Отработавшие ПС представляют собой ценные продукты [3], которые после соответствующей обработки могут быть использованы по новому назначению или в определенных количествах добавлены в консервационные материалы. Выделенные из отработавших ПС исходные компоненты – масла и загустители – также могут находить разнообразное применение.

Сложной задачей в части рационального использования отработавших ПС является организация их сбора и формулирование требований к качеству для последующей переработки и использования. Сбор отработавших ПС ведется эпизодически и в большинстве случаев обусловлен охраной окружающей среды. Это обусловлено организационными сложностями сбора у мелких потребителей,

незначительными количествами смазок в ряде узлов трения и трудностями удаления их из этих узлов. В случае крупных потребителей смазок (железные дороги, централизованные системы смазки металлургического производства) сбор отработавших ПС может составить до 80 % объема потребления свежих. Сбор и утилизация отработавших смазок в широких промышленных масштабах позволит более полно решить проблему охраны окружающей среды, а также существенно расширить ресурсы сырья для производства нефтепродуктов различного назначения.

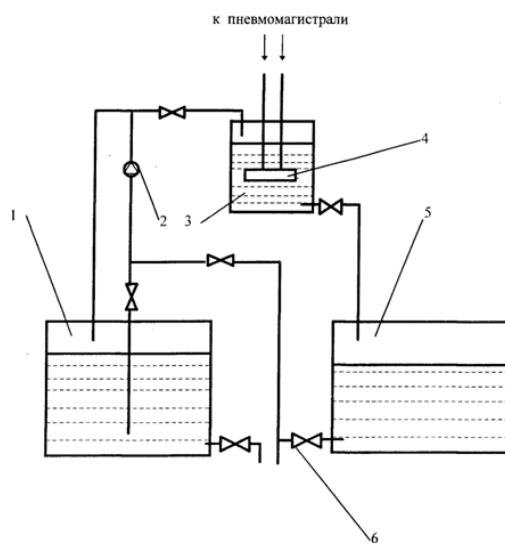
Утилизация отработавших пластичных смазок весьма специфична. Коллоидное состояние и многокомпонентный состав требуют разработки оригинальной технологии. Среди предложенных к настоящему времени методов переработки отработавших смазок известен лишь один, позволяющий осуществить регенерацию продукта, пригодного для повторного использования в качестве стапельной [4 - 11]. Отработавшую стапельную мыльно-углеводородную смазку перемешиванием с водой при температуре 100 °С переводят в жидкую эмульсию. При последующем испарении воды при температуре 100 - 150 °С получают вязкую массу, которую после удаления фильтрацией твердых загрязнений постепенным охлаждением превращают в смазку, близкую по качеству к исходной. Для достижения необходимых свойств регенерированного продукта в него добавляют парафин при температуре 120 - 150 °С. Согласно другому варианту, образующуюся при температуре 100 °С эмульсию отстаивают с образованием двух слоев: нижний представляет собой водный раствор мыльных загустителей, верхний – смесь веретенного масла с парафином. Верхний слой подвергают перегонке и его составные части используют для приготовления смазки. К нижнему слою добавляют веретенное масло и после испарения воды получают смазку, соответствующую по качеству исходной.

В Полоцком государственном университете проведены исследования, которые позволили разработать установку (рис. 1) и технологию приготовления мелкодисперсной водомасляной эмульсии на основе отработавшей смазки ЛЗ-ЦНИИ [7] с высокой стабильностью с помощью пневматического излучателя.

В технологии заложен ударно-волновой способ эмульгирования, который позволяет проводить обработку не перемешивающихся компонентов с помощью низкочастотных ударных волн.



а



б

Рис. 1 – Установка для приготовления эмульсии

а – внешний вид;

б – схема;

1 – бак для отстаивания сточных вод; 2 – насос; 3 – рабочая емкость;  
4 – пневматический излучатель; 5 – бак сборный; 6 – вентиль

Повышение стабильности эмульсий может быть достигнуто уменьшением размеров капель в ней с использованием пневматического излучателя (рис. 2). Работа его заключается в следующем. Сжатый воздух из магистрали, подсоединенной к штуцерам 1 и 10, подается во внутренний объем камеры и заполняет ресивер 9 и полость хвостовика 5. Поршень 7 находится в положении, разъединяющем выхлопные окна 8 корпуса излучателя и ресивер 9. На кольцевой поршень 4, соединенный хвостовиком 5 с поршнем 7, действует сила давления сжатого воздуха в демпферной полости 3. При дальнейшем повышении давления воздуха в пневмокамере сила давления на торец поршня 7 превышает сумму сил давления воздуха на другой торец поршня и давление воздуха, находящегося в демпферной полости, на кольцевой поршень 4. В результате этого поршень 7 перемещается из исходного положения влево, происхо-

дит разгерметизация полости переходника 6 по уплотнительному кольцу 12 и сила давления воздуха в полости ресивера 9 на примыкающий к нему торец поршня 7 намного превышает противодействующую ей силу давления воздуха на кольцевой поршень 4, что ускоряет движение поршня влево. При этом открываются выхлопные окна 8 в корпусе и сжатый воздух из ресивера 9 устремляется наружу. Вследствие падения давления в ресивере пневмокамеры и под действием давления воздуха в демпферной полости поршень возвращается в исходное положение, разъединяя выхлопные окна и ресивер. После этого процесс выхлопа повторяется. Частота выхлопов пневматического излучателя регулируется в пределах  $10 - 100 \text{ мин}^{-1}$ .

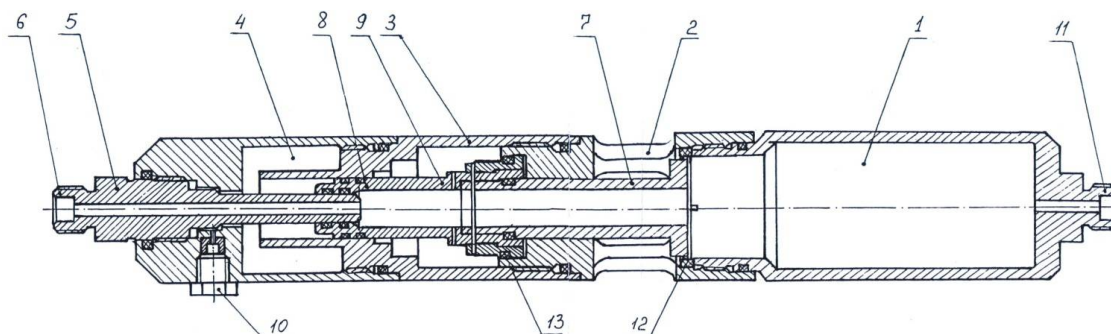


Рис. 2 – Пневматический излучатель:

1 – воздушный ресивер; 2 – корпус; 3 – переходник; 4 – корпус демпферной полости;  
5 – золотник; 6 – штуцер; 7 – поршень двухфланцевый; 8 – поршень кольцевой;  
9 – хвостовик; 10 – заглушка; 11 – штуцер; 12, 13 – кольца уплотнительные

Работа пневматического излучателя сопровождается выхлопами сжатого воздуха с частотой, зависящей от расхода воздуха. При выхлопе сжатого воздуха в жидкость на глубине 0,5 - 0,8 м образуется воздушная полость, которая при всплытии резко расширяется и совершает до четырех постепенно затухающих по амплитуде пульсаций. Затем происходит схлопывание воздушного пузыря в дисперсионной среде с давлением на фронте в 2,5 - 3,0 раза превышающим давление в излучателе вследствие не сжимаемости жидкости. Вся жидкость перемешивается одновременно всплывающими пузырьками.

Если срок хранения эмульсии превышает установленной время, то во избежание ее расслоения материал обрабатывают повторно.

Эмульсии представляют дисперсную систему, в которой роль среды выполняет отработавшая ПС, а фазой является вода в виде капель микронных размеров. Размеры и распределение водяных капель по размерам (дисперсность) могут быть различными (от единиц до сотен микрон) и зависят от технологии приготовления. Размер и дисперсность водной фазы оказывают влияние на стабильность эмульсии. В связи с этим при хранении, транспортировании необходимо контролировать размер, дисперсность и стабильность водной фазы в эмульсии.

*Определение допустимого количества топливных фракций в эмульсии для ее нанесения на поверхности форм при изготовлении железобетонных конструкций.* В ходе первичных экспериментов с отработавшими ПС было отмечено серьезное негативное явление: топливные фракции, оказавшиеся в отходе, отстаивались в верхней части эмульсии. При дальнейших испытаниях эмульсионного покрытия на бетонных формах эти фракции оставляли темные жирные пятна на бетоне. Кроме того, они отрицательно влияют на стабильность эмульсии.

Поэтому были проведены экспериментальные исследования, цель которых заключалась в определении максимально возможного содержания топливных фракций в эмульсии, существенно не влияющего на выпадение воды и на качество железобетонных изделий.

Для достоверности эксперимента топливные фракции добавлялись в отработавшие ПС, в которых они до начала эксперимента отсутствовали. Исследование было проведено в две стадии:

- на первой стадии количество топливных фракций изменялось от 0 % до 30 % от количества отработавшей ПС в эмульсии с шагом 10 %;
- на второй стадии, когда был определен интервал, в котором находится допустимый объем топливных фракций, проводились исследования с шагом 2 %.

За допустимое количество топливных фракций в эмульсии принималось то количество, при котором выделение воды в эмульсии за 30 дней не превышает 2 % от объема эмульсии, а для эмульсии используемой непосредственно на предприятии – за одну неделю не превышает 2 % от объема эмульсии. Кроме того эмульсия, используемая для нанесения на поверхности форм при приготовлении железобетонных конструкций не должна оставлять темных пятен на бетоне.

Результаты первой стадии исследований представлены на рисунке 3. При содержании воды в эмульсии 30 % требуемой стабильности соответствует эмульсия без топливных фракций. При содержании топливных фракций 10 % (объем выделившейся воды за 30 дней – 4,0 %).

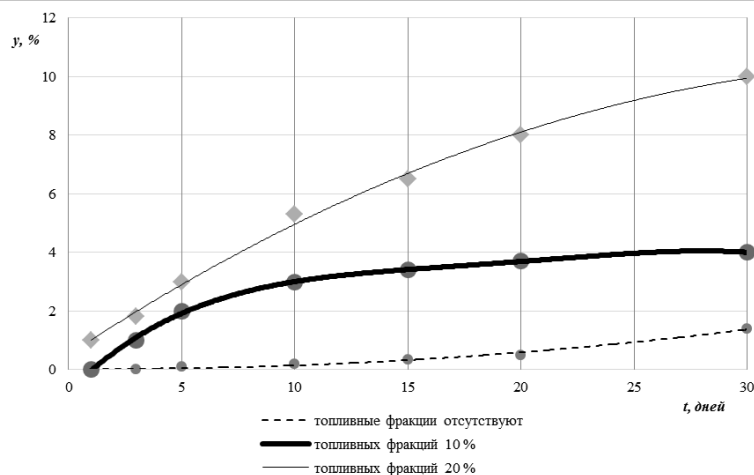


Рис. 3 – Зависимость выделенной воды  $y$  от времени  $t$  при содержании воды в эмульсии 30 %

Было установлено, что при содержании топливных фракций 20 % не получается эмульсия с требуемой стабильностью (см. рисунок 3). Таким образом, наиболее близкий результат к требуемой стабильности получается при содержании топливных фракций в отработавшей ПС 10 % и меньше.

На второй стадии были проведены эксперименты с содержанием топливных фракций 0, 2, 4, 6, 8 и 10 % от массы отработавшей ПС при содержании воды 20 и 30 %. Результаты представлены на рисунках 4 и 5.

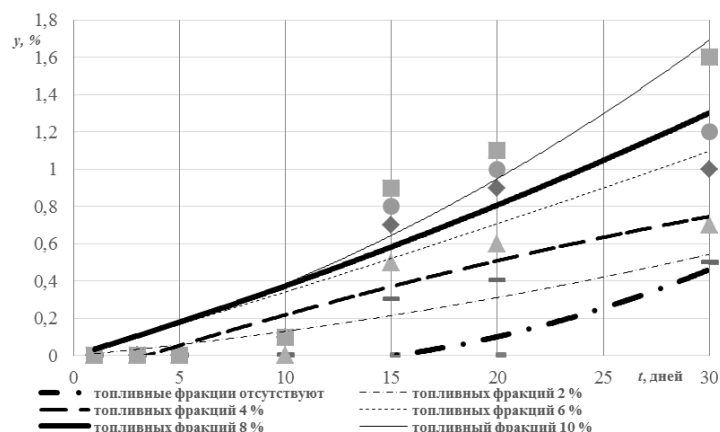


Рис. 4 – Зависимость выделенной воды  $y$  от времени  $t$  при содержании воды в эмульсии 20 %

Из рис. 4 видно, при содержании воды в эмульсии 20 % требуемая стабильность будет обеспечена при любом содержании топливных фракций до 10 %.

При содержании воды в эмульсии 30 %, из эмульсии выделится за 30 дней воды не более 2 % при содержании топливных фракций не более 6 % от объема отработавшей ПС (рис. 5).

Для оценки возможности использования полученных эмульсий в качестве противадгезионного покрытия форм при изготовлении железобетонных изделий были проведены испытания эмульсий различных составов как с использованием термической сушки в печи, так и при сушке в естественных условиях при комнатной температуре. При исследовании были проанализированы два основных параметра: характер отлипания при разборке формы и извлечения готового бетонного образца и наличие черных жирных пятен на бетоне, которые осложняют дальнейшую обработку поверхности и портят внешний вид изделия.

С целью сравнительной оценки эффективности разрабатываемых эмульсий были проведены исследования в одинаковых условиях как эмульсий, полученных на основе отработавшей пластичной смазки ЛЗ-ЦНИИ, так и товарных эмульсолов и эмульсий, используемых для противадгезионного покрытия форм при приготовлении железобетонных изделий. Опыты были проведены при изготовлении бетонных образцов в лаборатории строительных материалов кафедры строительного производства. Все образцы изготавливались в форме параллелепипеда из бетона одинакового состава при помощи сборных стальных форм для лабораторных работ. Эмульсия, полученная на основе отработавшей пластичной смазки ЛЗ-ЦНИИ, бралась для испытаний после месяца отстоя со дня приготовления.

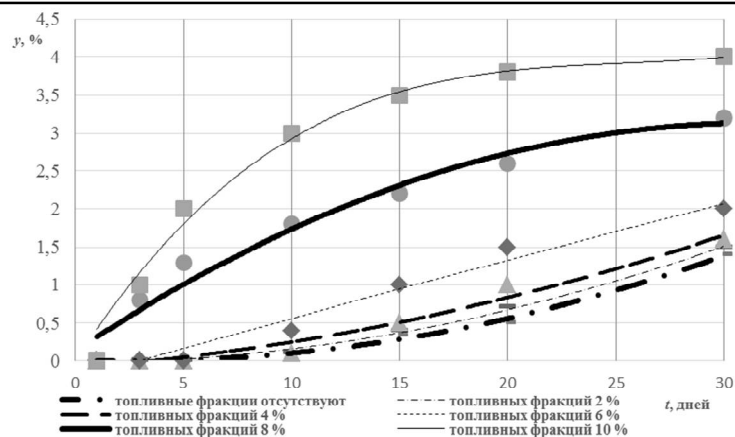


Рис. 5 – Зависимость выделенной воды  $y$  от времени  $t$  при содержании воды в эмульсии 30 %

В результате испытаний было установлено, что характер отлипания при разборке формы и изъятии готовых бетонных образцов практически не отличается при использовании товарных продуктов для противoadгезионного покрытия форм и эмульсии полученной на основе отработавшей пластичной смазки ЛЗ-ЦНИИ. На всех образцах после испытания отсутствовали сколы бетона и темные жирные пятна.

### Выводы

1. Проведенные исследования показали, что до сих пор для малых и средних предприятий актуальна проблема организации сбора отработавших ПС и формулирования требований к их качеству для последующей переработки и использования.
2. Анализ проблем экологии, связанных с вредным воздействием ПС на окружающую среду, показал, что в настоящее время практически отсутствуют реализуемые в условиях предприятия, технологии утилизации пластичных смазок.
3. Доказана возможность приготовления водомасляной эмульсии на основе отработавших ПС (на примере смазки ЛЗ-ЦНИИ) с помощью ударных волн, генерируемых пневматическим излучателем.

### Литература

1. Бежанова, М.П. Ресурсы, запасы, добыча и потребление важнейших видов полезных ископаемых мира на начало 2012 г. : справочник / М. П. Бежанова, Л. И. Стругова; ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ. – М., 2013. – 150 с.
2. Капустин, В.М. Технология переработки нефти : учеб. пособие для вузов. В 4 т. Т. 3 : Производство нефтяных смазочных материалов / В. М. Капустин, Б. П. Тонконогов, И. Г. Фукс. – М. : Химия, 2014. – 326 с.
3. Евдокимов, А. Ю. Экологические проблемы утилизации отработанных смазочных материалов / А. Ю. Евдокимов, И. Г. Фукс. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1989. – 64 с.
4. Евдокимов, А. Ю. Экологические проблемы утилизации отработанных смазочных материалов: дис. ... д-р техн. наук / А. Ю. Евдокимов. – М.: ГАНГ им. И. М. Губкина, 1997. – 321 с.
5. Ищук, Ю. Л. Технология пластичных смазок / Ю. Л. Ищук – К.: Наукова думка, 1986.– 146 с.
6. Белов, П. С. Экология производства химических продуктов из углеводородов нефти и газа / П. С. Белов, И. А. Голубева, С. А. Низова. – М.: Химия, 1991. – 254 с.
7. Дронченко, В.А. Влияние содержания воды на стабильность эмульсии на основе отработавших нефтесодержащих продуктов / В.А. Дронченко // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2015. № 11. – С. 82–86.
8. Иванов, В.П. Разрушение поверхности раздела двух несмешивающихся жидкостей при эмульгировании / В.П. Иванов, В.А. Дронченко // Вестник БрГТУ. – 2014. – № 4 (88): Машиностроение. – С. 38 – 42.
9. Leslie, P. A water reuse system for pikes peak. / P. Leslie, T. Sanders, E. Marybeth. – Colorado : Abstr. 4th International Conference on Life Support and Biosphere Science, Baltimore, Md, Aug. 6 – 9, 2000. – Life Support and Bios, Sci. № 1, 2000. – 133 p.
10. Soliman, M.M. Oil recovery by flotation from waste water as a source of lubricating grease / M.M. Soliman, A.M. A. Omar, R.A. El-Adly, H.I. Nabih. – Tribology and Lubrication Engineering : 14 International Colloquium Tribology, Ostfildern, Jan. 13-15, 2004; Vol. 3. – Ostfildern: Techn. Akad. Esslingen, 2004. – P. 1533 - 1543.
11. Jürgen, M. Gesetze, Verordnungen, Regelwerke für den Umgang mit Kühlschmierstoffen – restriktiv oder Chance zur Innovation 3.4.1. M. Jürgen; 50. – Mineralöl-Mineralöldrsh, 2002. – №11. – P. 161 - 167.

Ivanov V., Donchenko V., Lopata V. **Preparation of emulsions based on emulsions based on spent greases.**

The possibility is shown, for example, grease LZ-TSNII, the preparation of oil-water emulsions using shock waves generated by a pneumatic transducer. Asked to use the emulsion as anti-adhesion coating forms in the production of concrete products, instead of commodity amorsolo and emulsions. Determined the maximum content of fuel fractions in the emulsion.

**Keywords:** exhaust grease, ecology, recycling, emulsion.

### References

1. Bezhanova, M.P. Resursy, zapasy, dobycha i potreblenie vazhnejshih vidov poleznyh is-kopaemyh mira na nachalo 2012 g. : spravochnik. M. P. Bezhanova, L. I. Strugova; VNIIZARUBEZhGEO-LOGIJa. M., 2013. 150 p.
2. Kapustin, V.M. Tehnologija pererabotki nefiti : ucheb. posobie dlja vuzov. V 4 t. T. 3 : Proizvodstvo nefitjanyh smazochnyh materialov. V. M. Kapustin, B. P. Tonkonogov, I. G. Fukp. M. : Himija, 2014. 326 p.
3. Evdokimov, A. Ju. Jekologicheskie problemy utilizacii otrabotannyh smazochnyh materialov. A. Ju. Evdokimov, I. G. Fukp. M.: CNIITJenefehim, 1989. 64 p.
4. Evdokimov, A. Ju. Jekologicheskie problemy utilizacii otrabotannyh smazochnyh materialov: dip. ... d-r tehn. nauk. A. Ju. Evdokimov. M.: GANG im. I. M. Gubkina, 1997. 321 p.
5. Ishhuk, Ju. L. Tehnologija plastichnyh smazok. Ju. L. Ishhuk. Kiev: Naukova dumka, 1986. 146 p.
6. Belov, P. P. Jekologija proizvodstva himicheskix produktov iz uglevodorodov nefiti i gaza. P. P. Belov, I. A. Golubeva, P. A. Nizova. M.: Himija, 1991. 254 p.
7. Dronchenko, V.A. Vlijanie sodержanija vody na stabil'nost' jemul'sii na osnove otrabotavshih nefte-soderzhashhih produktov. Vestn. Poloc. gop. un-ta. Ser. V. Promyshlen-nost'. Prikladnye nauki. 2015. № 11. P. 82–86.
8. Ivanov, V.P. Razrushenie poverhnosti razdela dvuh nesmeshivajushhihsja zhidkostej pri jemul'girovanii. V.P. Ivanov, V.A. Dronchenko. Vestnik BrGTU. 2014. № 4 (88): Mashinostroenie. P. 38 – 42.
9. Leslie, P. A water reuse system for pikes peak. P. Leslie, T. Sanders, E. Marybeth. Colorado : Abstr. 4th International Conference on Life Support and Biosphere Science, Baltimore, Md, Aug. 6 – 9, 2000. Life Support and Bios, Sci. № 1, 2000. 133 p.
10. Soliman, M.M. Oil recovery by flotation from waste water as a source of lubricating grease. M.M. Soliman, A.M. A. Omar, R.A. El-Adly, H.I. Nabih. – Tribology and Lubrication Engineering : 14 International Colloquium Tribology, Ostfildern, Jan. 13-15, 2004; Vol. 3. Ostfildern: Techn. Akad. Esslingen, 2004. P. 1533 – 1543.
11. Jürgen, M. Gesetze, Verordnugen, Regelwerke für den Umgang mit Kühlschmierstoffen – restriktiv oder Chance zur Innvation 3.4.1. M. Jürgen; 50. Mineralöl-Mineralölrdsch, 2002. №11. P.161 – 167.