

Заключение

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Эффективность очистки в значительной степени зависит от начальной концентрации загрязняющего вещества.
2. Результаты эксперимента согласуются с теоретическими данными, полученными авторами в [1].
3. В нестационарных условиях (при наличии пульсаций температуры и давления) эффективность очистки увеличивается на 10-30%.
4. Применение устройств на основе пульсирующего горения для очистки выбросов низкой концентрации (например, для термического обезвреживания запахов) более эффективно по сравнению с устройствами, использующими традиционные способы сжигания.

Список литературы

1. Новосельцева Д.В. Суммарное действие нестационарного давления и температуры на скорость химической реакции // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, геоэкология. – 2013, №2.
2. Общая токсикология / под ред. А. О. Лойта. СПб.: ЭЛБИ-СПб., 2006
3. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. 7-е изд. – М.: Высшая школа, 2009. – 743 с.
4. Технологическое пульсационное горение// В.А. Попов, В.С. Северянин, А.М. Аввакумов, В.Я. Лысков, Я.М. Щелоков/ Под ред. Попова В.А. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 320 с.. М. Теория систем. – М.: УРСС, 2004. – 183 с.
5. Северянин В.С. Оценка эффективности нестационарных топочных процессов// Вестник БГТУ. Водохозяйственное строительство. Теплоэнергетика. Экология. – 2003, №2(20). – С. 33-36

УДК 628.16

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ С ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫМИ ФИЛЬТРАМИ

Орлов В.О., Мартынов С.Ю.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования,
г.Ровно, Украина, 26serga@rambler.ru

The article deals with energy and resource saving technology of purification of natural water with polystyrene foam filters and the recommendations for its design are given.

Украина относится к странам с небольшими природными запасами вод, поэтому вода имеет выраженную социальную значимость, поскольку наличие достаточного количества воды надлежащего качества является одним из основных факторов безопасных условий жизни и устойчивого развития государства.

Централизованным водоснабжением в Украине обеспечено население всех городов, около 86% поселков городского типа и 23% сел. Около 70% населения Украины потребляет поверхностную воду, причем 90% сельского населения потребляют подземную воду [1].

Вследствие неудовлетворительной водохозяйственной деятельности ухудшается качество воды основных источников централизованного водоснабжения, поэтому улучшение качества воды – одна из важнейших народнохозяйственных задач современности. В статье 7 Закона Украины «О питьевой воде и питьевом водоснабжении» государство гарантирует обеспечение каждого человека питьевой водой нормативного качества.

В связи с нехваткой финансовых ресурсов разработка эффективных энерго- и ресурсосберегающих, простых при монтаже и эксплуатации схем очистки воды чрезвычайно актуальна. В технологических схемах подготовки питьевой воды от стоимости фильтровальных сооружений в значительной степени зависит эффективность работы всей системы и себестоимость очистки воды.

В качестве загрузки фильтров может использоваться «тяжелая» или «плавающая» загрузка. На кафедре водоснабжения и бурового дела Украинского института инженеров водного хозяйства (сейчас Национальный университет водного хозяйства и природопользования) было впервые предложено использовать плавающую зернистую загрузку – пенополистирол.

Исследованиями фильтров с пенополистирольной загрузкой занимались научно-исследовательские и учебные институты Украины, Российской Федерации, Молдовы и др. Очистные сооружения с пенополистирольными фильтрами внедрены и эффективно работают на водоочистных станциях Украины, России, Молдовы, Беларуси, Словакии, Чехии, Германии, Японии, США и других стран. Однако в исследованиях пенополистирольных фильтров, и в первую очередь с восходящим фильтрационным потоком, ведущей остается кафедра водоснабжения, водоотведения и бурового дела Национального университета водного хозяйства и природопользования.

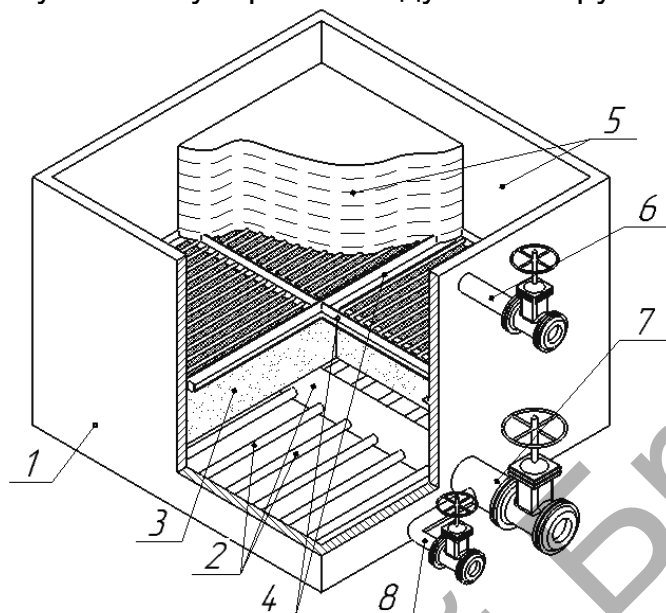
Фильтрующую плавающую загрузку (пенополистирол) с плотностью 0.02...0.1 т/м³ получают после обработки горячей водой или паром тонущего в воде товарного продукта (полистирола). На использование пенополистирола в качестве фильтрующей загрузки при подготовке питьевой воды имеется разрешение Министерства здравоохранения [2, 3, 4]. Крупные фракции полистирола до вспенивания могут быть измельчены, а затем вспенены. Такие гранулы называются измельченным пенополистиролом. Пенополистирольная загрузка может изготавливаться непосредственно на водоочистной станции путем вспенивания в воде товарного продукта. После вспенивания он тщательно промывается в холодной воде. Сейчас существует большое количество аппаратов для вспенивания паром, которые обеспечивают большой диапазон по плотности и крупности гранул пенополистирола. При этом готовую продукцию не нужно промывать водой.

Пенополистирольная загрузка в фильтрах с восходящим фильтрованием может быть однослойной или двухслойной. На основе теоретических и экспериментальных исследований определено, что диаметр гранул нижнего слоя должен быть больше диаметра гранул верхнего слоя, а плотность гранул нижнего слоя должна быть больше плотности гранул верхнего слоя.

Пенополистирольные фильтры (рис. 1) представляют собой емкость, в которой решетка специальной конструкции удерживает в подтопленном состоянии пенополистирольную загрузку. Конструкция решетки должна обеспечивать:

- удержание загрузки в затопленном состоянии;
- свободное пропускания воды в режимах фильтрования и промывки;

- максимальную скважность;
- предотвращение выноса отдельных гранул загрузки в надфильтровое пространство;
- свободное выпускание пузырьков воздуха из загрузки.



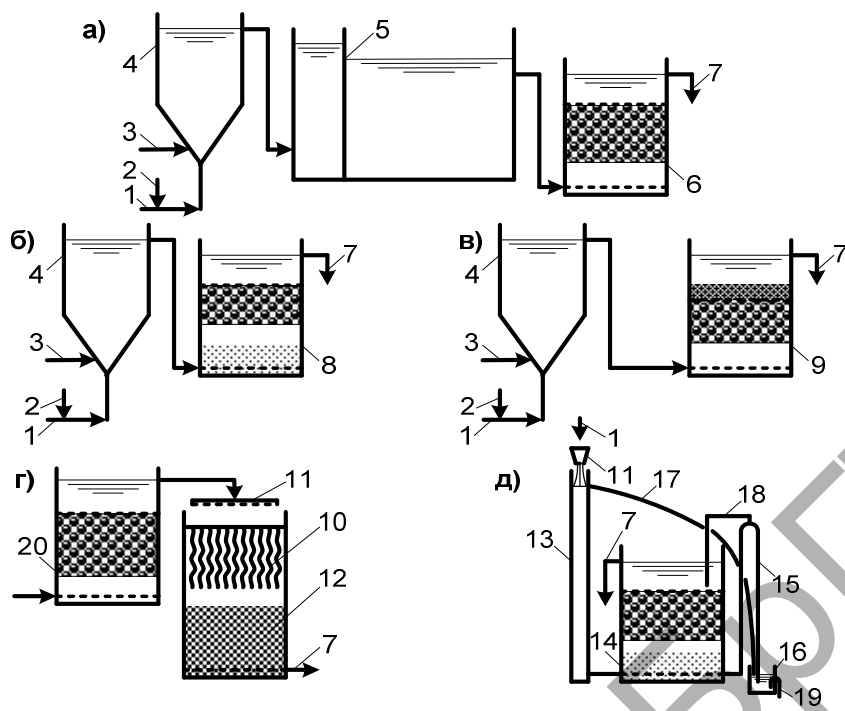
1 – корпус; 2 – нижняя распределительная система; 3 – пенополистирольная загрузка; 4 – удерживающая решетка; 5 – надфильтровое пространство; 6 – отвод чистой воды; 7 – отвод промывной воды; 8 – подача исходной воды

Рисунок 1 - Схема пенополистирольного фильтра с восходящим фильтрационным потоком

Пенополистирольные фильтры могут использоваться (рис. 2) в двухступенчатых реагентных схемах осветления и обесцвечивания воды для окончательной ее очистки после отстойников или осветлителей с взвешенным осадком (схема а) или в одноступенчатых схемах в качестве контактных пенополистирольных фильтров (схема б), в схемах обезжелезивания воды, для предварительной очистки поверхностных вод, для доочистки сточных вод [1, 5, 6].

В реагентных схемах осветления и обесцвечивания воды исходную воду сначала обрабатывают окислителем (например, хлором) для окисления органических веществ, а затем для обеспечения коагуляции гидрофобных частиц в воду вводится коагулянт. При мутной исходной воде можно использовать пенополистирольные фильтры со слоем растущего взвешенного осадка. В них перед началом любого фильтроцикла, после промывки, в нижней части фильтра необходимо оставлять слой осадка, который при фильтровании постепенно увеличивает свою высоту и задерживает основную часть загрязнений (схема б).

Для снятия запахов и привкусов в надфильтровое пространство пенополистирольного фильтра следует засыпать слой сорбционной загрузки, лучше активированный уголь АГ-3, образуя, таким образом, пенополистирольно-угольный фильтр (схема в). Сорбционная емкость угля АГ-3 позволяет использовать его без регенерации до одного года. Использование сорбционных загрузок с худшими сорбционными свойствами нецелесообразно из-за необходимости частой их замены. Кроме того, высокая однородность угля АГ-3 обеспечивает благоприятные гидравлические режимы работы фильтров, особенно во время промывки.



1 – подача исходной воды; 2 – введение хлора; 3 – введение коагулянта; 4 – смеситель; 5 – отстойник с камерой образования хлопьев или осветлитель с взвешенным осадком; 6 – скорый пенополистирольный фильтр; 7 – отвод очищенной воды; 8 – пенополистирольный фильтр с растущим слоем взвешенного осадка; 9 – контактный пенополистирольно-угольный фильтр; 10 – биопоглонитель; 11 – аэратор; 12 – песчаный фильтр; 13 – регулятор скорости фильтрования-воздухоотделитель; 14 – пенополистирольный фильтр с контактной массой в нижней части; 15 – промывной сифон; 16 – гидрозатвор; 17 – трубка наполнения; 18 – воздушная трубка; 19 – сифон опорожнения; 20 – предварительный пенополистирольный фильтр.

Рисунок 4 - Технологические схемы подготовки питьевой воды с пенополистирольными фильтрами

Для осветления и обесцвечивания воды небольших населенных пунктов в сельскохозяйственных групповых системах водоснабжения с локальной очисткой воды рекомендуется использовать безреагентной схему г). В безреагентной схеме предварительный пенополистирольный фильтр задерживает наиболее крупные частицы, а окончательная очистка обеспечивается биопоглопителем и песчаным фильтром.

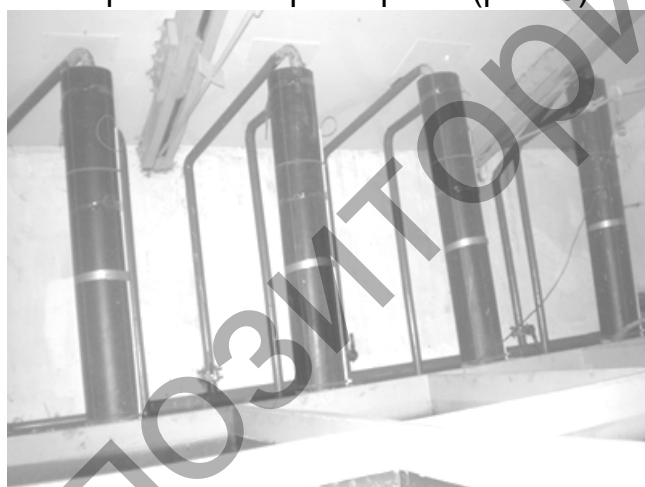
Для обезжелезивания воды рекомендуется использовать (схема д) аэрацию с последующим фильтрованием. При невысокой концентрации ионов железа в исходной воде используется обычный пенополистирольный фильтр, а при значительной концентрации ионов железа – со слоем растущего взвешенного осадка и пенополистирольной загрузкой. Возможно встраивание воздухоотделителя и фильтра в металлическую башню-колонну. При этом может использоваться упрощенная аэрация с свободным изливом воды в воздухоотделитель с высоты не менее 0.5 м или усиленная аэрация вакуумным аэратором. При обезжелезивании воды окончание фильтроцикла обусловлено достижением предельных потерь напора, а поэтому перевод фильтра из режима фильтрования в режим промывки и наоборот, осуществляется с помощью гидравлического устройства без применения арматуры (схема д). При этом вместо гидрозатвора и сифона опорожнения могут быть перегнутые трубки, которые обеспечивают меньшие затраты воды на собственные нужды установки.

Скорость фильтрования устанавливается 7...10 м/ч на фильтрах без слоя взвешенного осадка, и до 4 м/ч – со слоем взвешенного осадка. Промывка пенополистирольной загрузки обеспечивается нисходящим потоком очищенной воды с интенсивностью 10...18 л/(с·м²) в течение 3...4 мин. Условия использования схем приведены в табл.1 [6, 7].

Таблица 1 - Возможный диапазон использования технологических схем подготовки питьевой воды

Схема	Мутность, мг/дм ³	Цветность, град.	Железо, мг/дм ³	Производительность, м ³ /сут
а	1200	120	--	Любая
б	2000	120	--	5000
в	100	100	--	Любая
г	150	80	--	Любая
д	--	--	30	Любая

Предложенные технологические схемы внедрены на водоочистных станциях Житомирской, Киевской, Хмельницкой, Черкасской, Донецкой областей, Республики Крым. Так, на Дзержинской фильтровальной станции и Сокольском блоке фильтровальных станций реконструированные сооружения обеспечивают подготовку питьевой воды из цветных и маломутных вод рек Северского Донца и Днепра. Для очистки маломутной и малоцветной воды р. Тетерев в Коростышеве внедрена станция подготовки воды с контактными пенополистирольными фильтрами (рис. 3).



а)



б)

а) вид сверху; б) промывочные задвижки с пневмоприводом

Рисунок 3 - Контактные пенополистирольные фильтры очистки воды р. Тетерев

Процесс обезжелезивания подземных вод с содержанием железа до 5 мг/дм³ предполагает, в первую очередь, упрощённую аэрацию и фильтрования или иначе его можно назвать контактным обезжелезиванием. Процесс обезжелезивания заключается в окислении двухвалентного железа кислородом воздуха, образованием гидроксида железа и последующим его изъятием из воды на зернах фильтрующей загрузки. Необходимым условием для осуществления процесса обезжелезивания является наличие на поверхности зерен загрузки активной пленки из соединений железа, которая и становится катализатором всего процесса. Обра-

зующийся осадок ускоряет процесс адсорбции и окисления двухвалентного железа. На процесс окисления также влияют [1] концентрация катализатора (объем загрузки и количество накопленного осадка), скорость фильтрации, крупность зерен (она может быть больше чем при осветлении воды), содержания двухвалентного железа.

По нашим данным необходимую высоту загрузки для обезжелезивания воды можно определить по формуле

$$L = \frac{V \cdot (d_{ек})^3}{d \cdot (d_{20})^2 \cdot \alpha \cdot K_4 \cdot [O_2 - 2,5H_2S]} \ln \frac{[Fe]_0}{[Fe]} \quad (1)$$

где $[O_2 - 2,5H_2S]$ – концентрация кислорода в воде без кислорода, который нужен на окисление сероводорода при водородном показателе воды 6.8...7,0; d – эквивалентный диаметр гранул загрузки, которая обеспечивает наилучший эффект очистки воды (может быть принят 0.8...1), мм; $d_{ек}$ – эквивалентный диаметр гранул конкретной загрузки, мм; d_{20} – средний диаметр гранул загрузки первого слоя, равный 20 % от общей толщины, мм; K_4 – коэффициент, учитывающий влияние физико-химических свойств воды, примесей в ней и фильтрующей загрузки, $ч^{-1} \cdot дм^3 \cdot мг^{-1}$; α – коэффициент формы зерна; V – скорость фильтрования, м/ч; $[Fe]_0$, $[Fe]$ – концентрация железа в исходной воде и фильтрате, мг/дм³.

В Киевской области для целого ряда населенных пунктов внедрены пенополистирольные фильтры с восходящим фильтрационным потоком, расположенные на открытом воздухе и обеспечивающие обезжелезивание подземной воды с концентрацией железа до 4 мг/дм³.

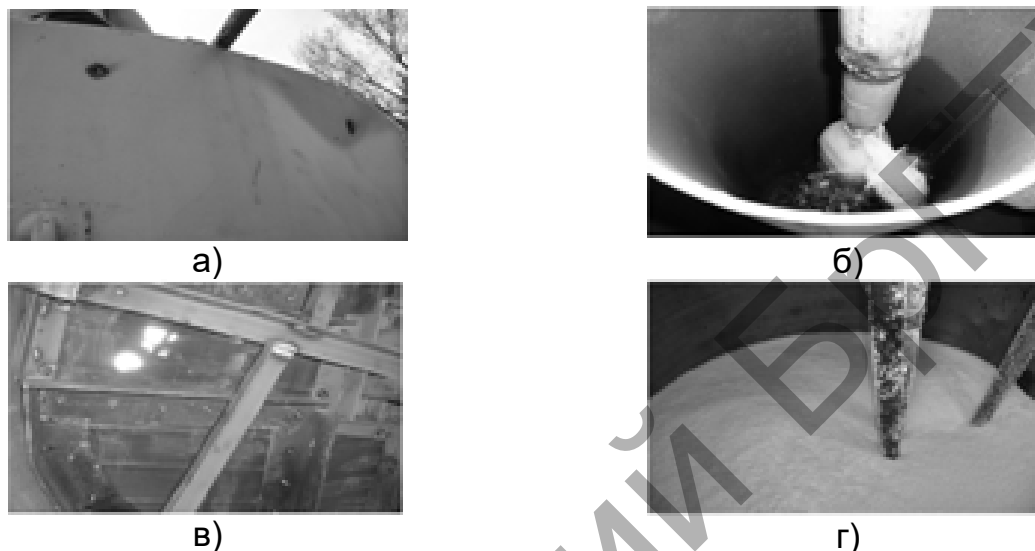
На станции обезжелезивания п.г.т. Гоща производительностью 840 м³/сут установлен один воздухоотделитель с аэратором и четыре пенополистирольных фильтра (рис. 4) с восходящим фильтрованием воды (три фильтра диаметром 1400 мм, один – 1200 мм), расчетной скоростью фильтрования 7 м/час. Очищенная вода собирается в надфильтровом пространстве фильтров и трубопроводом, в который подается раствор гипохлорита натрия для обеззараживания, отводится в резервуары чистой воды. Вода питьевого качества, забираемая из резервуаров насосами второго подъема, подается в водопроводную сеть населенного пункта. Промывка пенополистирольной загрузки выполняется очищенной водой из объединенного надфильтрового пространства фильтров путем открытия задвижки на промывном трубопроводе.



Рисунок 4 - Пенополистирольные фильтры с технологическими трубопроводами

В настоящее время одной из наиболее перспективных конструкций являются станции обезжелезивания башенного типа, то есть такие, где непосредственно внутри металлической водонапорной башни установлены пенополистирольный фильтр для очистки воды. Они применяются при производительности до 200 м³/сут. Работа таких башенных водоочистных установок, как и обычных водонапорных башен, непосредственно связана с работой насоса, установленного в водозаборной скважине. Поэтому фильтрование происходит с перерывами.

На рис. 5 приведены характерные узлы станции обезжелезивания башенного типа.



а) вентиляционные отверстия; б) воздухоотделитель; в) удерживающая решетка; д) пенополистирольная загрузка с трубопроводами подземной воды и аэрированной воды

Рисунок 5 - Элементы станции обезжелезивания башенного типа:

По сравнению с существующими технологическими схемами с песчаными фильтрами, предложенные схемы обеспечивают экономию капитальных вложений на 40...50 %, эксплуатационных расходов на 30...40 %, затрат электроэнергии на 7...9 %, уменьшение расхода воды на собственные нужды на 10...25 %, уменьшение объема зданий и сооружений на 8...36 %, уменьшение потребности в железобетонных изделиях на 15...43 %, в металлических трубах на 26...51 %, в задвижках на 40...52 %, отказ от промывных насосов и емкостей, более удачную компоновку сооружений по высоте при высокой посадке резервуаров чистой воды, сокращение количества обслуживающего персонала, значительное упрощение эксплуатации сооружений [5, 6].

Таким образом, приведенные результаты позволяют утверждать о целесообразности использования энерго- и ресурсосберегающих технологий с пенополистирольными фильтрами при подготовке питьевой воды.

Список литературы

1. Орлов В. О. Обезжелезивания подземных вод упрощенной аэрацией и фильтрованием / Орлов В.О. – Ровно : Национальный университет водного хозяйства и природопользования, 2008. – 158 с.

2. Правила технической эксплуатации систем водоснабжения и канализации сельских населенных пунктов Украины. ВНД 33-3.4-01-2001. – К. : Государственный комитет Украины по водному хозяйству, 2000. – 141 с.

3. Сельскохозяйственное водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Нормы проектирования. ВСН 46 / 33-2.5-5-96. – К., 1996. – 152 с.

4. ДБН В.2.5 – 74 : 2013 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Основные положения проектирования». – К. : Министерство регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины 2013.

5. Орлов В. О. Пенополистирольные фильтры в технологических схемах водоподготовки / Орлов В. О., Зошук А. М., Мартынов С. Ю. – Ровно: Ровенский государственный технический университет, 1999. – 144 с.

6. Орлов В. О. Водоочистные фильтры с зернистой загрузкой / Орлов В.О. – Ровно : Национальный университет водного хозяйства и природопользования, 2005. – 163 с.

УДК 628.356

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Северянин В.С.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vig_bstu@tut.by

The article is supposed to give new original technology of using waste of cattle breeding for fuel production. It includes preliminary press water out, drying and granulating. The constructions of this processes are proposed.

Введение

В научно-исследовательской лаборатории ПУЛЬСАР БрГТУ на базе изобретательских разработок предложено использовать ряд конструкций для создания технологии производства местных видов топлива, используя отходы животноводства. Технология представляет собой последовательное действие следующих аппаратов: устройство предварительного обезвоживания (барбанный пресс-фильтр, патент РБ №10005-U), устройство для термической обработки мелкокускового и сыпучего материала (сушилка, патент РБ №9610-U), устройство формирования гранул или таблеток (гранулятор, патент РБ №5328-с1). Ниже в этом порядке описываются эти устройства.

Пресс-фильтр

В условиях повышенного внимания к поиску новых энергоисточников важным направлением является получение топливных ресурсов из отходов различных технологий.

В сельском хозяйстве, в животноводстве имеется большой выброс органической массы в виде навоза. Эти отбросы часто смешаны с древесными опилками, которые добавляются к подстилке животных при стойловом содержании. При отделении разжиженной части, которая в виде удобрений используется в соответствующем порядке, оставшаяся влажная масса твёрдых остатков является хорошим исходным топливным материалом. После подсушки его можно использовать непосредственно или подвергать последующей обработке (например, изготавливать брикеты или гранулы).