

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039499**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.03

(51) Int. Cl. **C05F 3/06** (2006.01)
C05F 17/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202000211

(22) Дата подачи заявки
2020.06.24

(54) ЛИНИЯ И СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА УДОБРЕНИЙ ИЗ ОТХОДОВ БИОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

(43) **2021.12.31**

(96) **2020/ЕА/0037 (ВУ) 2020.06.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "СЕЛЕКЦИОННО-
ГИБРИДНЫЙ ЦЕНТР
"ЗАПАДНЫЙ"; САТИШУР ВИКТОР
АНДРЕЕВИЧ (ВУ)**

(56) САТИШУР Виктор. Органоминеральные удобрения на основе отходов биогазовых установок. Наука и Инновация, октябрь 2015, №10 (152), с. 62-64, ISSN 1818-9857, весь документ
ЛИШТВАН И.И. и др. Энергосберегающая технология производства биоудобрений на основе отходов биогазовых установок крупных животноводческих комплексов. Земледелие и защита растений, 2014, №4 (95), с. 27-31, ISSN 2220-8003, весь документ

(72) Изобретатель:
Сатишур Виктор Андреевич (ВУ)

SU-A1-1722542
RU-C1-2533431
RU-C1-2504531
WO-A1-2007039311

(74) Представитель:
**Беляева Е.Н., Беляев С.Б., Сапега
Л.Л. (ВУ)**

(57) Изобретение относится к переработке органических остатков отходов сельскохозяйственного производства после получения биогаза в различные экологически чистые жидкие и твёрдые органические, минеральные и органоминеральные удобрения. Предложена линия для производства удобрений из отходов биогазового комплекса, включающая связанные между собой систему сбора дигестата, систему разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции, систему утилизации жидкой фракции, систему сушки твёрдой фракции до заданного значения остаточного содержания влаги с сушильной установкой, систему формования высушенной твёрдой фракции с получением сухого органического удобрения, в которой система разделения дигестата и система сушки размещены каждая в отдельном контейнере, и контейнер системы разделения дигестата установлен над контейнером системы сушки и связан с ним посредством узла выгрузки с возможностью автоматической подачи по меньшей мере части отделённой твёрдой фракции в сушильную установку. Линия дополнительно содержит связанную с сушильной установкой систему химической очистки воздуха от аммиачных соединений, размещённую в отдельном контейнере, в реакционной камере которой установлены решётки для разбрызгивания подаваемого в камеру водного раствора реагента. В системе химической очистки воздуха предусмотрены также средства автоматического управления процессами, а также приёмная ёмкость для сбора водного раствора продукта реакции в виде солей аммония и средство подачи водного раствора солей аммония в накопительную ёмкость. Предложен также соответствующий способ производства удобрений.

039499
B1

039499
B1

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к получению из навоза газообразного энергоносителя и органоминеральных удобрений, и может быть использовано для безотходной, экологически чистой переработки органических остатков отходов сельскохозяйственного производства после получения биогаза в различные экологически чистые жидкие и твёрдые органические, минеральные и органоминеральные удобрения.

Проблема отходов промышленного животноводства является острой экологической проблемой современности. В частности, в отношении утилизации отходов свиноводства она возникла во второй половине XX века в связи с массовым переводом данных отраслей на промышленную основу с созданием сельскохозяйственных предприятий, насчитывающих более 100 тыс. голов. Столь высокая концентрация поголовья животных на крупных фермах привела к накоплению больших запасов жидкого навоза, транспортировка которого на дальние расстояния, как правило, экономически не оправдана, требует значительного количества техники, затрат труда и денежных средств. В такой ситуации изыскание возможностей использования отходов как сырьевого ресурса и уменьшения их негативного воздействия на окружающую среду является важным условием сохранения экосистем в устойчивом состоянии.

Одним из решений упомянутой проблемы является переработка отходов в биогазовых установках, представляющих собой, в основном, установки для анаэробного сбраживания, с получением биогаза, который может быть использован для производства электроэнергии. Однако в таких установках после получения биогаза остаётся ещё достаточно большое количество органических отходов - дигестат или эффлюэнт, который также необходимо утилизировать.

В связи с этим, из уровня техники известны различные комплексные решения, направленные на безотходную переработку органических отходов с получением биогаза и органического удобрения.

Так известна установка для переработки отходов животноводства в сухое удобрение и биогаз, содержащая приёмную ёмкость, соединённую с кислотогенным реактором и соединённым с щелочногенным реактором, соединённым с вибровихревым реактором-смесителем, который соединён с биореактором, соединённым со ступенчатой термопечью, и с линией виброаэросушки, которая соединена с аэроциклоном для охлаждения сухого удобрения [1]. В данной установке дигестат после его прохождения через устройство отбора воды подвергают сушке на линии виброаэросушки, которая представляет собой ступенчатую, двухуровневую сушку, где движение высушиваемого материала осуществляется по наклонным плоскостям за счёт вибраторов. Сушка происходит в потоке дымовых газов при температуре 160-220°C. Получаемая тонкоизмельченная масса влажностью 5-12% подается в аэроциклон, где происходит охлаждение до 30-40°C за счёт подаваемого холодного атмосферного воздуха напорным вентилятором. Установка и реализуемый на ней способ позволяют получить биогаз и сухое органическое удобрение, как указано в патенте, при малых затратах энергетических и материальных ресурсов с полной степенью обеззараживания в минимальные сроки и в минимальных габаритах установки. Однако в данной установке не учитывается выброс из виброаэросушки в окружающую среду отработанных газов, которые содержат соединения аммиака и тому подобные вредные вещества, а также утилизация воды, которая также содержит органические и минеральные примеси, из устройства отбора воды, что не позволяет говорить о полностью безотходной и безопасной с экологической точки зрения переработке органических отходов.

Известны также установка и способ получения биопродуктов и биогаза из бесподстильного куриного помета [2]. Установка состоит из последовательно соединенных мезофильного анаэробного биореактора, термофильного анаэробного биореактора, средств разделения эффлюента на жидкую и твёрдую фракции, а также генератора энергии, связанного с анаэробными биореакторами газопроводом. На выходе жидкой фракции из средств разделения эффлюента установлен анаэробный биофильтр, оснащённый средствами рециркуляции эффлюента, на выходе твёрдой фракции из средств разделения эффлюента на фракции установлен дополнительный анаэробный биореактор с твердофазным режимом обработки, причём анаэробный биофильтр и твердофазный анаэробный биореактор связаны с генератором энергии дополнительным газопроводом. В рассматриваемом патенте, среди прочего, упомянуты такие технические результаты, как повышение глубины переработки органических веществ исходного субстрата, снижение или исключение эмиссии в атмосферу наиболее опасного парникового газа - метана, снижение потерь биогенных элементов эффлюента и его фракций, повышение качества органических удобрений и кормовых добавок на его основе. Образующаяся в наибольших количествах и опасная в экологическом отношении жидкая фракция становится пригодной для агротехнической утилизации или последующей обработки в аэротенках перед сбросом в водоёмы или при подготовке к повторному использованию. Тем не менее, рассматриваемые способ и устройство имеют ряд существенных недостатков. Так, твёрдую фракцию влажностью не более 90%, отделённую от эффлюента, помещают в блок твердофазной анаэробной обработки на срок от нескольких суток до нескольких месяцев, что приводит либо с ограниченной производительности установки, либо к существенному увеличению необходимого объёма блока твердофазной анаэробной обработки. При этом действительно твёрдое (сухое) удобрение с использованием упомянутых в патенте средств получить на выходе невозможно.

Также из уровня техники известно устройство для получения газообразного энергоносителя и органоминеральных удобрений из бесподстильного навоза [3]. Устройство содержит соединенные трубо-

проводами основной теплообменник, биореактор предварительного брожения, механический сгуститель сброженного навоза, выход которого по жидкой фракции связан с дополнительным теплообменником и анаэробным биофильтром, а выход по твёрдой фракции со смесителем-обеззараживателем и сушилкой. Выход анаэробного биофильтра по эффлюенту связан трубопроводом с основным теплообменником. В устройстве, кроме прочего, дополнительный теплообменник размещён внутри корпуса анаэробного биофильтра и связан с выходом биореактора предварительного брожения и входом механического сгустителя сброженного навоза посредством рециркуляционного контура, корпус анаэробного биофильтра снабжён охватывающей его внешней поверхностью теплообменной полостью, вход которой посредством газопровода связан с выходом биореактора предварительного брожения по влажному кислородсодержащему газу, выход по осушенному кислородсодержащему газу связан посредством компрессора с деаммонизационной колонной, размещённой между выходом анаэробного биофильтра по эффлюенту и основным теплообменником, а выход деаммонизационной колонны по аммиаксодержащему газу связан со входом сушилки по газообразному теплоносителю. В патенте указано, что предложенные в нём способ и устройство обеспечивают снижение энергозатрат на нагрев жидкой фракции перед её анаэробной переработкой в эффлюент и биогаз и на сушку твёрдой фракции, а также снижение потерь аммиачного азота с эффлюентом. Данное устройство имеет большое количество дополнительных связей между отдельными блоками, что, с одной стороны, позволяет сделать процесс более замкнутым с выделением в окружающую среду минимальных количеств вредных веществ, но, с другой стороны, существенно усложняет технологический процесс, а также обслуживание устройства. Кроме того, в результате переработки получают единственный вид органоминерального удобрения (обогащенная калием аммонизированная сухая фракция) и не упоминаются вопросы очистки отработанного воздуха из сушилки.

Следует отметить, что анализ уровня техники показал, что в отношении переработки отходов животноводства подавляющее количество технических решений относится к первой стадии переработки - к получению из отходов биогаза. При этом вопросам более глубокой переработки/утилизации дигестата или эффлюента с получением различных видов органических и минеральных удобрений уделяется намного меньше внимания.

Наиболее близкими к заявляемым линии и способу производства удобрений из отходов биогазового комплекса по совокупности общих технических признаков являются устройство и способ, раскрытые в рамках международной заявки на изобретение "Способ и устройство для изготовления формованных удобрений из остатков ферментации биогазовых установок" [4]. Описанный в рамках этой заявки способ включает следующие этапы: а) приготовление остатка ферментации, имеющего первое содержание питательных веществ; б) разделение остатка ферментации на твёрдую фракцию и жидкую фракцию; в) сушка твёрдой фракции; г) увеличение содержания питательных веществ в твёрдой фракции, и; е) переработка твёрдой фракции в формованные частицы удобрения. В качестве преимуществ способа и устройства указано, что полученное согласно изобретению удобрение в виде формованных частиц преимущественно высвобождает содержащиеся в нём питательные вещества медленнее, чем необработанные осаждённые остатки ферментации, благодаря чему выгодно снижается чрезмерное удобрение полей и поступление питательных веществ, в частности нитритов, нитратов и фосфатов, в подземные воды. При этом для сушки твёрдой фракции и для нагревания во время последующей обработки остатков ферментации может быть выгодно использовано отработанное тепло теплового двигателя, работающего на генерируемом биогазе. Способ и устройство обеспечивают очистку получаемых сточных вод посредством испарения и последующего обратного осмоса. Однако способ предполагает добавление к дигестату твёрдых растительных компонентов (зерно, силос), а устройство для обеспечения всех технологических процессов содержит целый ряд нагревателей, что повышает энергоёмкость способа. Кроме того, как и рассмотренных выше технических решениях, обеспечивается получение только одного вида органоминерального удобрения, а также не рассмотрены вопросы очистки отработанных, отходящих со стадии сушки газов.

Сброженные отходы биогазовой установки являются полидисперсной системой органических и минеральных соединений. Твёрдые частицы находятся в виде суспензии или в коллоидном состоянии, а растворимые минеральные соли и высокомолекулярные органические соединения - в молекулярно-дисперсном виде. Отходы в полужидком состоянии обладают слабовыраженными свойствами текучести. Несмотря на высокую удобрительную ценность жидких отходов биогазовых установок, их применение также ограничено сезонностью внесения (экономически целесообразно внесение таких удобрений только под весенние и осенние посевные работы с немедленной заделкой в почву, т.к. при зимнем или летнем поверхностном внесении без заделки в почву из них теряется более 50% общего азота) и ограниченным количеством пригодных для внесения полей с экономически оправданным радиусом транспортировки. Таким образом, учитывая состав отходов биогазовых установок, а также низкую эффективность их непосредственного внесения в почву и потребность во внесении удобрений через длительные периоды времени, возникает необходимость их более глубокой безотходной переработки с получением различных фракций (жидкая, твёрдая) удобрений и удобрений различного химического состава, которые могут быть использованы в качестве предпочтительных на определённых этапах полевых работ или для определённых сельскохозяйственных культур.

Задачей изобретения является разработка линии и способа производства различных экологически

чистых жидких и твёрдых органических и минеральных удобрений из отходов биогазового комплекса.

Заявляемые линия и способ производства удобрений из отходов биогазового комплекса должны обеспечивать достижение технических результатов, среди которых следует упомянуть возможность получения (в том числе, регулируемое по относительным объёмам) в одном технологическом процессе различных по фазе (жидкое, твёрдое, в том числе формованное), виду (органическое, минеральное, органоминеральное) и химическому составу удобрений, а также обеспечение очистки от вредных веществ всех отходящих из технологического процесса рабочих сред, в частности, отработанного воздуха со стадии сушки. Кроме того, линия должна быть выполнена с возможностью размещения на минимально необходимой площади и обеспечивать возможность простого и удобного с минимальными затратами перемещения продукта по этапам переработки (функциональным блокам), а также с возможностью быстрого и удобного перемещения основных её функциональных блоков с их размещением как в помещении, так и вне при обеспечении работы при любых погодных условиях вне зависимости от сезона.

Поставленная задача решается, и указанные технические результаты достигаются заявляемой линией для производства удобрений из отходов биогазового комплекса, включающая связанные между собой систему сбора дигестата, систему разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции, систему утилизации жидкой фракции, систему сушки твёрдой фракции до заданного значения остаточного содержания влаги, систему формования высушенной твёрдой фракции с получением сухого органического удобрения. Поставленная задача решается, и указанные технические результаты достигаются за счёт того, что система разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции и система сушки твёрдой фракции размещены каждая в отдельном контейнере, причём контейнер системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции установлен над контейнером системы сушки твёрдой фракции и связан с ним посредством узла выгрузки с возможностью автоматической подачи, по меньшей мере, части отделённой твёрдой фракции в сушильную установку системы сушки твёрдой фракции, при этом линия дополнительно содержит связанную с сушильной установкой систему химической очистки воздуха от аммиачных соединений, размещённую в отдельном контейнере и содержащую ёмкость для реагента, реакционную камеру с установленными в ней решётками для разбрызгивания водного раствора реагента, средство подачи реагента в реакционную камеру, средство автоматического дозирования реагента, приёмную ёмкость для сбора водного раствора продукта реакции в виде солей аммония, средство подачи водного раствора солей аммония в накопительную ёмкость, а также средства автоматического управления процессами в системе химической очистки воздуха.

Заявляемая линия для производства удобрений из отходов биогазового комплекса при относительно простой структуре и архитектуре, в которой практически отсутствуют циклические (возвратные) связи между функциональными блоками, обеспечивает возможность получения в практически последовательном "линейном" с точки зрения продвижения продукта процессе различных готовых к применению видов органических, минеральных и органоминеральных удобрений. Наличие дополнительного функционального блока - системы химической очистки воздуха от аммиачных соединений обеспечивает очистку от вредных веществ всех отходящих из технологического процесса рабочих сред, в частности, отработанного воздуха со стадии сушки. При этом размещение основных функциональных блоков - системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции, системы сушки твёрдой фракции и системы химической очистки воздуха от аммиачных соединений, в отдельных контейнерах позволяет минимизировать необходимую для размещения линии площадь. Размещение контейнера системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции над контейнером системы сушки твёрдой фракции не только ещё более уменьшает площадь, требуемую для монтажа линии, но и делает перемещение продукта более простым и удобным и с минимальными затратами.

В предпочтительных формах реализации заявляемой линии для производства удобрений из отходов биогазового комплекса система сбора дигестата содержит приёмный резервуар дигестата, в котором установлен погружной миксер и погружной насос, связанный по напорному трубопроводу с приёмным фланцем блока сепарации из состава размещённой в отдельном контейнере системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции. Такое выполнение системы сбора дигестата и приёмного резервуара в его составе обеспечивает непрерывную подачу на переработку отходов биогазового комплекса в гомогенном виде.

В также предпочтительных формах реализации заявляемой линии для производства удобрений из отходов биогазового комплекса система утилизации жидкой фракции содержит связанный с отводным фланцем блока сепарации из состава размещённой в отдельном контейнере системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции отводным трубопроводом приёмник жидкой фракции, который выполнен с возможностью связи посредством системы отводных трубопроводов через насосное оборудование с системой орошения сельскохозяйственных земель.

В составе заявляемой линии для производства удобрений из отходов биогазового комплекса, предпочтительно, напорный и отводные трубопроводы проложены в земле на глубине не меньше глубины промерзания почвы, при этом участки трубопроводов, подводимые к фланцам блока сепарации снабжены тепловой изоляцией и, при необходимости, электрообогревом. Это обеспечивает возможность бесперебойного функционирования линии при отрицательных температурах (в зимний период).

В предпочтительных формах реализации заявляемой линии для производства удобрений из отходов биогазового комплекса сушильная установка из состава системы сушки твёрдой фракции выполнена в виде ленточной сушилки с подачей атмосферного воздуха через теплообменник на сушильную ленту в направлении сверху вниз, причём узел подачи сушильной установки связан с узлом выгрузки системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции с возможностью дозированной равномерной подачи твёрдой фракции на сушильную ленту слоем заданной толщины, сушильная лента связана с возвратным транспортёром, выполненным с возможностью подачи высушенной твёрдой фракции в накопительный бункер, связанный с узлом выгрузки высушенной твёрдой фракции, а сушильная установка выполнена с возможностью отвода отработанного воздуха в систему химической очистки воздуха от аммиачных соединений. Такая конструкция позволяет осуществлять сушку в оптимальном с точки зрения затрат энергии и времени режиме, а также полностью исключить возможность попадания в атмосферу вместе с отработанным воздухом вредных веществ, в частности соединений аммиака.

В также предпочтительных формах реализации заявляемой линии для производства удобрений из отходов биогазового комплекса система формирования высушенной твёрдой фракции содержит связанные между собой накопительный бункер с двумя выходами, винтовой загрузочный транспортёр, два гранулятора биомассы, выгрузочный ленточный транспортёр и электрический щит управления. Такая конструкция обеспечивает более высокий выход гранулированного удобрения в управляемом режиме.

Поставленная задача решается, и указанные технические результаты достигаются также заявляемым способом производства удобрений из отходов биогазового комплекса на линии описанной выше конструкции, включающим сбор дигестата, разделение дигестата на твёрдую и жидкую фракции, утилизацию жидкой фракции, сушку твёрдой фракции до заданного значения остаточного содержания влаги и формирование высушенной твёрдой фракции с получением сухого органического удобрения. Поставленная задача решается, и указанные технические результаты достигаются за счёт того, что сушку, по меньшей мере, части полученной в результате разделения дигестата твёрдой фракции осуществляют в горизонтально перемещаемом слое с подачей подогретого атмосферного воздуха перпендикулярно слою в направлении сверху вниз до остаточного содержания влаги в твёрдой фракции 14-16%, при этом отработанный в процессе сушки воздух очищают от аммиачных соединений путём его взаимодействия с реагентом, выбранным с возможностью получения в результате химической реакции реагента с аммиачным соединением применимой в сельском хозяйстве в качестве минерального удобрения соли аммония.

Заявляемый способ производства удобрений из отходов биогазового комплекса за счёт разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции и за счёт сушки, по меньшей мере, части полученной в результате разделения дигестата твёрдой фракции в горизонтально перемещаемом слое с подачей подогретого атмосферного воздуха перпендикулярно слою в направлении сверху вниз до остаточного содержания влаги в твёрдой фракции 14-16%, а также за счёт химической очистки отработанного в процессе сушки воздуха от аммиачных соединений обеспечивает возможность эффективного получения (в том числе, регулируемое по относительным объёмам) в одном технологическом процессе различных по фазе (жидкое, твёрдое, в том числе формованное), виду (органическое, минеральное, органоминеральное) и химическому составу удобрений. При этом, особо следует отметить, что за счёт дополнительной «промывки» реагентом (химической очистки) отходящего из сушильной установки отработанного воздуха не только обеспечивается полная экологическая безопасность линии, но и возможность получения дополнительного удобрения, в частности, жидкого минерального (раствор солей аммония) или органоминерального (в случае дополнительного введения в раствор органических компонентов, например, как будет рассмотрено ниже, гуминовых веществ).

В предпочтительных формах заявляемого способа производства удобрений из отходов биогазового комплекса в качестве реагента выбирают серную кислоту, реакция которой с содержащимися в отработанном воздухе аммиачными соединениями приводит к образованию широко применимого в сельском хозяйстве сульфата аммония.

При этом в заявляемом способе производства удобрений из отходов биогазового комплекса, предпочтительно, взаимодействие осуществляют путём пропускания отработанного воздуха через установленные в реакционной камере решётки, посредством которых в объёме камеры разбрызгивают водный раствор реагента в заданной концентрации с получением соли аммония, предпочтительно сульфата аммония.

В наиболее предпочтительных формах реализации заявляемого способа производства удобрений из отходов биогазового комплекса к раствору соли аммония, полученному в результате пропускания отработанного воздуха через разбрызгиваемый водный раствор реагента в заданной концентрации, можно добавлять около 1% гуминовых веществ с получением жидкого органоминерального удобрения. Это позволяет повысить эффективность жидкого удобрения и увеличить количество различных видов получаемых в одном процессе удобрений.

В заявляемом способе производства удобрений из отходов биогазового комплекса высушенную твёрдую фракцию предпочтительно формируют в гранулы, применимые в сельском хозяйстве в качестве твёрдого органического удобрения.

В заявляемом способе производства удобрений из отходов биогазового комплекса, по меньшей ме-

ре, часть полученной в результате разделения дигестата твёрдой фракции с остаточным содержанием влаги 72-74% предпочтительно направляют на хранение с получением компоста.

В заявляемом способе производства удобрений из отходов биогазового комплекса полученную в результате разделения дигестата жидкую фракцию утилизируют предпочтительно путём направления на использование в качестве жидкого органического удобрения.

Таким образом, заявляемые линия и способ производства удобрений из отходов биогазового комплекса обеспечивают возможность получения на различных стадиях одного процесса различных видов удобрений - жидкого органического удобрения, жидкого минерального или органоминерального удобрения, твёрдого органического удобрения в виде компоста, твёрдого органического или органоминерального гранулированного удобрения.

Другие преимущества и достоинства заявляемых линии и способа производства удобрений из отходов биогазового комплекса будут рассмотрены ниже на примере возможных предпочтительных, но не ограничивающих форм реализации заявляемой линии для производства удобрений из отходов биогазового комплекса и реализуемого на ней заявляемого способа со ссылкой на позиции фигур чертежей, на которых схематично представлены

фиг. 1 - поблочная схема заявляемой линии в составе цеха по производству органоминеральных удобрений (вид в плане в разрезе);

фиг. 2 - поблочная схема заявляемой линии по фиг. 1 в составе цеха по производству органоминеральных удобрений (вид спереди в разрезе);

фиг. 3 - система сбора дигестата (вид в плане в разрезе);

фиг. 4 - система сбора дигестата по фиг. 3 (вид спереди в разрезе);

фиг. 5 - принципиальная схема заявляемого способа, реализуемого на линии по фиг. 1, фиг. 2.

На фиг. 1 и фиг. 2 схематично представлена поблочная схема заявляемой линии (вид в плане и вид спереди в разрезе, соответственно) в составе цеха по производству органоминеральных удобрений. На поблочной схеме, в частности представлены система 1 сбора дигестата, систему 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции, систему 3 утилизации жидкой фракции, систему 4 сушки твёрдой фракции до заданного значения остаточного содержания влаги, систему 5 химической очистки воздуха от аммиачных соединений, систему 6 формования высушенной твёрдой фракции с получением сухого органического удобрения.

Система 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции и система 4 сушки твёрдой фракции размещены каждая в отдельном контейнере, обозначенном цифровой ссылкой в соответствии с обозначением самой системы. Контейнер системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции установлен над контейнером системы 4 сушки твёрдой фракции и связан с ним посредством узла 7 выгрузки с возможностью автоматической подачи части или всего объёма отделённой твёрдой фракции в сушильную установку 8 системы 4 сушки твёрдой фракции.

Систему 5 химической очистки воздуха от аммиачных соединений размещена в отдельном контейнере, связана с сушильной установкой 8 из состава системы 4 сушки твёрдой фракции и содержит ёмкость 9 для реагента (в представленной форме реализации - серной кислоты), реакционную камеру 10 с установленными в ней решётками (на чертежах не изображены) для разбрызгивания водного раствора реагента, средство 11 подачи реагента в реакционную камеру 10, средство (на чертежах не изображено) автоматического дозирования реагента, приёмную ёмкость 12 для сбора водного раствора продукта реакции в виде солей аммония (в представленной форме реализации - сульфата аммония), средство (на чертежах не изображена) подачи водного раствора солей аммония в накопительную ёмкость 13, а также средства (на чертежах не изображены) автоматического управления процессами в системе 5 химической очистки воздуха.

Система 1 сбора дигестата в одной из предпочтительных форм реализации схематично представлена на фиг. 3 и фиг. 4 (вид в плане и вид спереди в разрезе, соответственно) и содержит приёмный резервуар 14 дигестата, в котором установлен погружной миксер 15 и погружной насос 16, связанный по напорному трубопроводу 17 с приёмным фланцем 18 блока 19 сепарации из состава размещённой в отдельном контейнере системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции.

Система 3 утилизации жидкой фракции, которая на чертежах детально не изображена, в общем случае, содержит связанный с отводным фланцем блока 19 сепарации из состава размещённой в отдельном контейнере системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции отводным трубопроводом приёмник жидкой фракции, выполненный, например, в виде лагуны для приёма фугата. В свою очередь, приёмник жидкой фракции (лагуна при приёме фугата) выполнен с возможностью связи посредством системы отводных трубопроводов через насосное оборудование (насосную канализационную) с системой орошения сельскохозяйственных земель.

В составе представленной на чертежах форме реализации линии для производства удобрений из отходов биогазовой установки напорный и отводные трубопроводы проложены в земле на глубине не меньше глубины промерзания почвы, при этом участки трубопроводов, в частности, напорного трубопровода 17, подводимые к фланцам, в частности, к приёмному фланцу 18 блока 19 сепарации снабжены тепловой изоляцией и, при необходимости, электрообогревом.

Сушильная установка 8 из состава системы 4 сушки твёрдой фракции детально на чертежах не представлена, но выполнена в виде ленточной сушилки с подачей атмосферного воздуха через теплообменник на сушильную ленту в направлении сверху вниз. Узел подачи сушильной установки связан с узлом 7 выгрузки системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции с возможностью дозированной равномерной подачи твёрдой фракции на сушильную ленту 20 слоем заданной толщины. Сушильная лента 20 связана с возвратным транспортёром (выгрузным шнеком) 21, выполненным с возможностью подачи высушенной твёрдой фракции в накопительный бункер 22, связанный с узлом 23 выгрузки высушенной твёрдой фракции (винтовым транспортёром). Сушильная установка 8 также выполнена с возможностью отвода отработанного воздуха по воздуховодам 24 под действием вытяжного вентилятора 25 в систему 5 химической очистки воздуха от аммиачных соединений.

Система 6 формования высушенной твёрдой фракции в представленной на чертежах форме реализации содержит накопительный бункер 26, винтовой загрузочный транспортёр 27, два гранулятора 28 биомассы, выгрузочный ленточный транспортёр 29 и электрический щит 30 управления.

Также в составе цеха производства органоминеральных удобрений, представленного на фиг. 1 и фиг. 2 схематично изображены и обозначены позициями полуавтоматическая упаковочная машина 31, производственный цех 32, помещение 33 для приёма органоминеральных удобрений, помещение 34 для хранения гранулированных органических удобрений, помещение 35 для хранения упаковочных материалов, электрощитовая 36, тепловой пункт 37 со встроенной повысительной насосной станцией. Прочие технические помещения позициями на фиг. 1 и фиг. 2 не обозначены.

На фиг. 5 в виде блок-схемы представлена принципиальная схема заявляемого способа, реализуемого на линии по фиг. 1, фиг. 2. На схеме приведены также указания на производительность отдельных технологических устройств и блоков.

Заявляемый способ производства удобрений из отходов биогазового комплекса на заявляемой линии для производства удобрений из отходов биогазового комплекса осуществляется следующим образом.

В процессе работы биогазового комплекса образуются отходы производства (дигестат) в виде жидкого органического удобрения, полученного в результате анаэробного брожения органических отходов в ферментерах-метантенках. Дигестат поступает в приёмный резервуар 14 дигестата из состава системы 1 сбора дигестата. В приёмном резервуаре 14 для обеспечения поддержания однородной консистенции дигестата предусмотрена установка погружного миксера 15.

Из приёмного резервуара 14 дигестат с содержанием влаги 90-96% погружным насосом 16 по напорному трубопроводу 17 подается к производственному цеху 32 производства органоминеральных удобрений напрямую к контейнеру блока 19 сепарации дигестата из состава размещенной в отдельном контейнере системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции на приёмный фланец 18 блока 19 сепарации. Контейнер системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фазы конструктивно размещен над контейнером системы 4 сушки твёрдой фракции. В блоке 19 сепарации осуществляется разделение дигестата на жидкую и твёрдую фракции. Жидкая фракция (фугат) после сепарации дигестата из контейнера системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции по трубопроводу самостоятельно отводится в существующую лагуну для приёма фугата из состава системы 3 утилизации жидкой фракции. По мере заполнения лагуны фугат по существующей системе трубопроводов поступает на существующую насосную канализационную. Насосное оборудование, установленное в насосной, подаёт фугат на действующую систему орошения, посредством которой осуществляется внесение жидких органических удобрений (фугата) в почву методом дождевания по существующей в хозяйстве агротехнической схеме.

Твёрдая фракция с содержанием влаги 72-74% из контейнера системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции поступает на узел 7 выгрузки, который обеспечивает возможность, в автоматическом режиме, подачи части твёрдой фракции в сушильную установку 8 ленточного типа из состава системы 4 сушки твёрдой фракции (в объёме, соответствующем производительности сушильной установки 8). Остальная часть отделённой твёрдой фракции представляет собой органоминеральные удобрения на основе отходов биогазовой установки с содержанием влаги 72-74% и выводится за пределы контейнера системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции посредством шнекового транспортера, который загружает удобрение в мобильный транспорт. Такие органоминеральные удобрения с содержанием влаги 72-74%) мобильным транспортом вывозятся для хранения на специальные полевые площадки для компостирования. Внесение органоминеральных удобрений в виде компоста в почву под запашку осуществляется специальными агрегатами для внесения органических удобрений в период проведения осенне-весенних полевых работ.

Для улучшения технологических качеств органоминеральных удобрений, придания им сыпучести, несслеживаемости, а также для обеспечения возможности локального внесения удобрений в почву может производиться дальнейшая сушка биокомпоста и грануляция биокомпостированных отходов биогазовой установки.

Сушка твёрдой фазы осуществляется в системе 4 сушки твёрдой фазы дигестата с сушильной установкой 8 ленточной типа контейнерного исполнения. Контейнер системы 4 сушки твёрдой фазы дигеста-

та конструктивно размещен под контейнером системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции. Твёрдая фракция из системы 2 разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции поступает в систему 4 сушки твёрдой фазы через систему подачи, выкладывается на сушильной ленте 20 слоем примерно 10 см толщиной. По мере движения сушильной ленты 8 материал распределяется равным широким слоем и горячий воздух, поступающий в сушильную установку 8 через теплообменник, равномерно сушит материал сверху вниз. Так как всасывающие вентиляторы создают разрежение в нижней части контейнера системы 4 сушки твёрдой фракции, то слой материала на ленте так же служит фильтром пыли. По мере движения сушильной ленты 20 высушенный материал выгружается на возвратный транспортер 21, который поднимает сухой материал к системе подачи. Как только накопительный бункер 22 системы подачи наполняется, сухая твёрдая фаза с остаточной влажностью 14-16% поступает на узел 23 выгрузки из сушильной установки 8. Узел 23 выгрузки подает готовые органоминеральные удобрения на основе отходов биогазовой установки с содержанием влаги 14-16% в систему 6 формования высушенной твёрдой фазы для выполнения технологических операций гранулирования и упаковки в потребительскую тару. После выгрузки готовых удобрений из сушильной установки 8 автоматически осуществляется подача следующей порции твёрдой фазы дигестата на сушильную ленту 20 установки.

В состав линии для производства удобрений из отходов биогазового комплекса входит система 5 химической очистки воздуха от аммиачных соединений, которая предназначена для уменьшения (исключения) эмиссий в атмосферу, а также для сбора солей аммония (сульфата аммония), полученного в результате очистки отработанного воздуха, отходящего из сушильной установки 8 системы 4 сушки твёрдой фракции дигестата. Система 5 химической очистки воздуха от аммиачных соединений расположена в отдельном контейнере, в котором размещены оборудование для выполнения процесса очистки и система управления. Система 5 химической очистки воздуха от аммиачных соединений содержит ёмкость 9 для реагента (для хранения серной кислоты) со средством 11 дозированной подачи кислоты (дозирование осуществляется автоматически при соблюдении правила использования опасных веществ) в реакционную камеру 10 с установленными в ней решётками для разбрызгивания воды, содержащей кислоту, ёмкость 12 для сбора водного раствора продукта реакции в виде солей аммония (раствор сульфата аммония) и средство подачи водного раствора солей аммония в накопительную ёмкость 13.

Во время работы сушильной установки 8, воздух, высасываемый вытяжными вентиляторами 25, по воздуховодам 24 подаётся в контейнер системы 5 химической очистки воздуха от аммиачных соединений, а именно, в реакционную камеру 10 с установленными в ней решётками для разбрызгивания воды, содержащей кислоту. Поступая в реакционную камеру 10 (камеру отбора аммиака), воздух проходит через решётки, по которым стекает водный раствор реагента (водный раствор серной кислоты). В процессе химической реакции с реагентом (с серной кислотой) пары аммиака преобразуются в соль аммония (сульфат аммония). Находящийся в ёмкости 12 для сбора водного раствора продукта реакции в виде солей аммония, водный раствор сульфата аммония контролируется системой определения концентрации, и когда заданная концентрация достигается (20%), откачивается в ёмкость системы подачи. Откачанный объём автоматически компенсируется подачей свежей воды и соответствующего количества реагента (серной кислоты). При наполнении ёмкости системы подачи 20% раствор солей аммония (сульфата аммония) автоматически, по трубопроводу откачивается в накопительную ёмкость 13 для сбора раствора солей аммония (раствора сульфата аммония). По мере заполнения накопительной ёмкости 13 раствор при помощи центробежного насоса отгружается в мобильный транспорт и отправляется для дальнейшего использования в хозяйстве в качестве жидкого минерального удобрения. В ёмкость 13 для сбора раствора солей аммония можно дозированно вводить органические добавки (например, до 1% гуминовых веществ с получением жидкого органоминерального удобрения), микроэлементы и т.п.

Готовые органоминеральные удобрения на основе отходов биогазовой установки с содержанием влаги 14-16% (высушенная твёрдая фракция дигестата) накапливаются в помещении 33 для приёма органоминеральных удобрений.

Гранулирование органоминеральных удобрений на основе отходов биогазовой установки с содержанием влаги 14-16% осуществляется в также расположенной в производственном цеху системе 6 формования высушенной твёрдой фракции. Система 6 формования высушенной твёрдой фракции содержит накопительный бункер 26 (с двумя выходами) с винтовым загрузочным транспортёром 27, два гранулятора 28 биомассы, выгрузочный ленточный транспортёр 29 и электрический щит 30 управления.

Производительность системы 6 формования высушенной твёрдой фракции рассчитана на переработку высушенной твёрдой фракции, произведённой сушильной установкой 8 в течение суток (за 3 смены), за одну производственную смену (за 1 смену).

Высушенная твёрдая фракция из помещения 33 для приёма удобрений винтовым загрузочным транспортером 27 подаются в накопительный бункер 26, из которого по отдельным выпускам самотёком поступают на грануляторы 28 биомассы, обеспечивающие процесс гранулирования органоминеральных удобрений. Из грануляторов готовые гранулированные удобрения поступают на выгрузочный ленточный транспортер 29, который подает их на фасовку и упаковку. Управление и привод устройств системы 6 формования высушенной твёрдой фракции осуществляется посредством электрического щита 30 управления.

Фасовка и упаковка в потребительскую тару гранулированных органоминеральных удобрений осуществляется на полуавтоматической упаковочной машине 31. Упаковочная машина 31 обеспечивает автоматическое взвешивание и фасовку гранулированного органоминерального удобрения в полиэтиленовые пакеты вместимостью 1, 5, 25 и 50 кг, которые доставляются из помещения 35 для хранения упаковочных материалов. Расфасованные пакеты с продукцией подаются к сварочному аппарату для полиэтилена для запайки. Пакеты вместимостью 1 и 5 кг с продукцией укладываются в транспортную тару. Упакованные продукты формируются в транспортные пакеты на поддонах и при помощи средств малой механизации транспортируются в помещение 34 для хранения гранулированных органоминеральных удобрений. Перед отгрузкой на реализацию формируется партия товара в объёме реализации с учётом ассортиментной фасовки и далее отгружается на реализацию.

Обеспечение электроэнергией всех технологических процессов осуществляется посредством электрощитовой 36. Обеспечение и управление технологическими режимами по температуре и давлению осуществляется через тепловой пункт 37 со встроенной повысительной насосной станцией.

Таким образом, в одном последовательном технологическом процессе в соответствии с заявляемым способом на заявляемой линии из отходов биогазового комплекса получают жидкое органическое удобрение, жидкое минеральное и/или органоминеральное удобрение, твёрдое органическое удобрение в виде компоста, твёрдое органическое или органоминеральное гранулированное удобрение. Заявляемые способ и устройство позволяют также:

- решить проблемы утилизации жидкого навоза и навозных стоков;
- перевозить отходы биогазовой установки на дальние расстояния, обеспечив экономическую целесообразность перевозки (что невозможно для жидких органических удобрений);
- применять отходы биогазовых установок с учётом соблюдения сезонности внесения (под весенние и осенние посевные с немедленной заделкой в почву) и ограниченного количества пригодных для их внесения полей с экономически оправданным радиусом транспортировки.

Источники информации:

1. Патент RU № 111132 U1, опубл. 10.12.2011 г.
2. Патент RU № 2576208 C2, опубл. 27.02.2016 г.
3. Патент RU № 2608814 C2, опубл. 20.10.2016 г.
4. Международная заявка PCT/EP 2006/009681, опубл. 12.04.2007 г. под номером WO 2007039311

A1.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Линия для производства удобрений из отходов биогазового комплекса, включающая связанные между собой систему сбора дигестата, систему разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции, систему утилизации жидкой фракции, систему сушки твёрдой фракции до заданного значения остаточного содержания влаги, систему формования высушенной твёрдой фракции с получением сухого органического удобрения, отличающаяся тем, что система разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции и система сушки твёрдой фракции размещены каждая в отдельном контейнере, причём контейнер системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции установлен над контейнером системы сушки твёрдой фракции и связан с ним посредством узла выгрузки с возможностью автоматической подачи, по меньшей мере, части отделённой твёрдой фракции в сушильную установку системы сушки твёрдой фракции, при этом линия дополнительно содержит связанную с сушильной установкой систему химической очистки воздуха от аммиачных соединений, размещённую в отдельном контейнере и содержащую ёмкость для реагента, реакционную камеру с установленными в ней решётками для разбрызгивания водного раствора реагента, средство подачи реагента в реакционную камеру, средство автоматического дозирования реагента, приёмную ёмкость для сбора водного раствора продукта реакции в виде солей аммония, средство подачи водного раствора солей аммония в накопительную ёмкость, а также средства автоматического управления процессами в системе химической очистки воздуха.

2. Линия по п.1, отличающаяся тем, что система сбора дигестата содержит приёмный резервуар дигестата, в котором установлен погружной миксер и погружной насос, связанный по напорному трубопроводу с приёмным фланцем блока сепарации из состава размещённой в отдельном контейнере системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции.

3. Линия по п.1, отличающаяся тем, что система утилизации жидкой фракции содержит связанный с отводным фланцем блока сепарации из состава размещённой в отдельном контейнере системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции отводным трубопроводом приёмник жидкой фракции, который выполнен с возможностью связи посредством системы отводных трубопроводов через насосное оборудование с системой орошения сельскохозяйственных земель.

4. Линия по любому из пп.2 или 3, отличающаяся тем, что напорный и отводные трубопроводы проложены в земле на глубине не меньше глубины промерзания почвы, при этом участки трубопроводов, подводимые к фланцам блока сепарации снабжены тепловой изоляцией и, при необходимости, электрообогревом.

5. Линия по п.1, отличающаяся тем, что сушильная установка из состава системы сушки твёрдой фракции выполнена в виде ленточной сушилки с подачей атмосферного воздуха через теплообменник на сушильную ленту в направлении сверху вниз, причём узел подачи сушильной установки связан с узлом выгрузки системы разделения дигестата на твёрдую и жидкую фракции с возможностью дозированной равномерной подачи твёрдой фракции на сушильную ленту слоем заданной толщины, сушильная лента связана с возвратным транспортёром, выполненным с возможностью подачи высушенной твёрдой фракции в накопительный бункер, связанный с узлом выгрузки высушенной твёрдой фракции, а сушильная установка выполнена с возможностью отвода отработанного воздуха в систему химической очистки воздуха от аммиачных соединений.

6. Линия по п.1, отличающаяся тем, что система формирования высушенной твёрдой фракции содержит связанные между собой накопительный бункер с двумя выходами, винтовой загрузочный транспортёр, два гранулятора биомассы, выгрузочный ленточный транспортёр и электрический щит управления.

7. Способ производства удобрений из отходов биогазового комплекса на линии по любому из п.п.1-6, включающий сбор дигестата, разделение дигестата на твёрдую и жидкую фракции, утилизацию жидкой фракции, сушку твёрдой фракции до заданного значения остаточного содержания влаги и формование высушенной твёрдой фракции с получением сухого органического удобрения, отличающийся тем, что сушку, по меньшей мере, части полученной в результате разделения дигестата твёрдой фракции осуществляют в горизонтально перемещаемом слое с подачей подогретого атмосферного воздуха перпендикулярно слою в направлении сверху вниз до остаточного содержания влаги в твёрдой фракции 14-16%, при этом отработанный в процессе сушки воздух очищают от аммиачных соединений путём его взаимодействия с реагентом, выбранным с возможностью получения в результате химической реакции реагента с аммиачным соединением применимой в сельском хозяйстве в качестве минерального удобрения соли аммония.

8. Способ по п.7, отличающийся тем, что в качестве реагента выбирают серную кислоту.

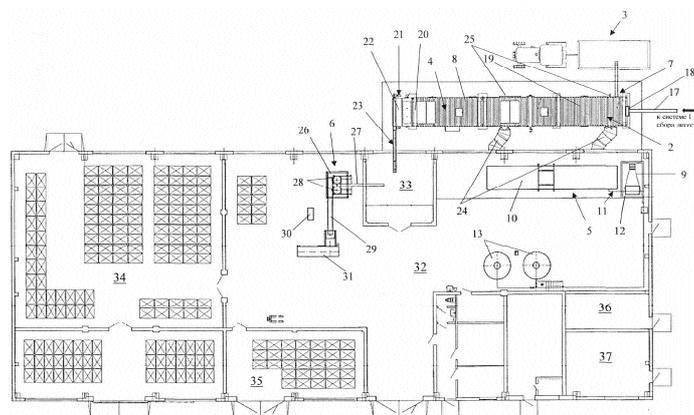
9. Способ по любому из пп.7 или 8, отличающийся тем, что взаимодействие осуществляют путём пропускания отработанного воздуха через установленные в реакционной камере решётки, посредством которых в объёме камеры разбрызгивают водный раствор реагента в заданной концентрации с получением соли аммония.

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что к раствору соли аммония, полученному в результате пропускания отработанного воздуха через разбрызгиваемый водный раствор реагента в заданной концентрации, добавляют около 1% гуминовых веществ с получением жидкого органоминерального удобрения.

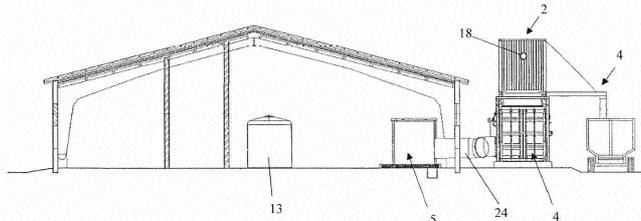
11. Способ по п.7, отличающийся тем, что высушенную твёрдую фракцию формуют в гранулы, применимые в сельском хозяйстве в качестве твёрдого органического удобрения.

12. Способ по п.7, отличающийся тем, что по меньшей мере часть полученной в результате разделения дигестата твёрдой фракции с остаточным содержанием влаги 72-74% направляют на хранение с получением компоста.

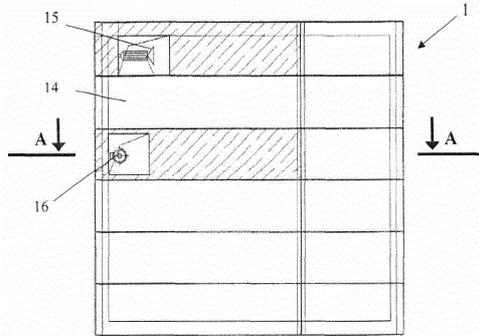
13. Способ по п.7, отличающийся тем, что полученную в результате разделения дигестата жидкую фракцию утилизируют путём направления на использование в качестве жидкого органического удобрения.



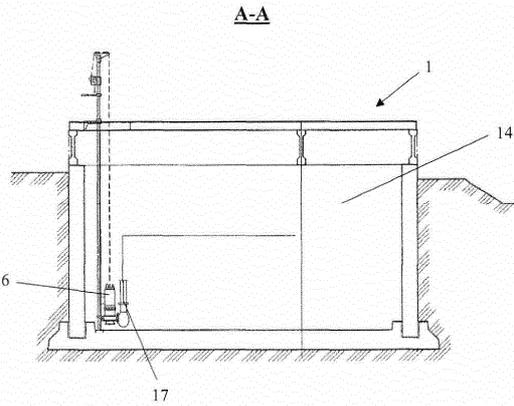
Фиг. 1



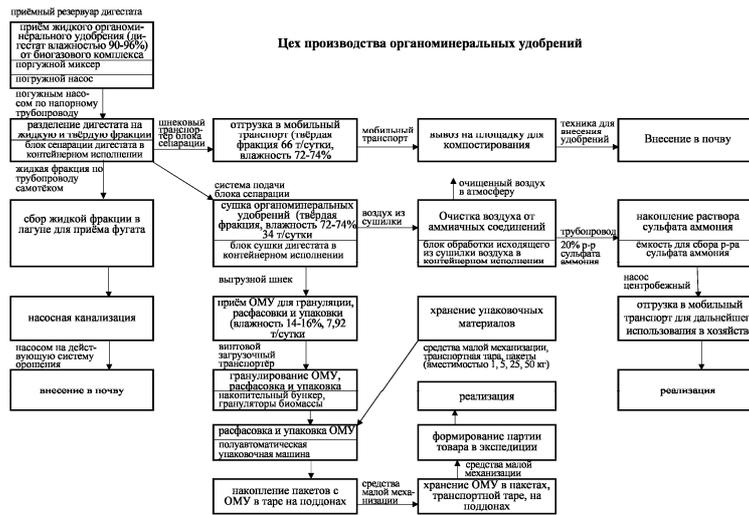
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

