

УСТАНОВКА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАСТВОРЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЯХ

Предлагаемая в данной работе установка предназначена для смешивания различных биологических удобрений после получения из них биогаза с минеральными веществами (в частности, с известью), что позволяет при использовании удобрений повысить в 2 – 3 раза урожайность основных сельскохозяйственных культур (пшеницы, ржи, кукурузы, овса, картофеля).

Installation, that offered in given work, is intended for mixing of various biological fertilizers after reception from them biogas with mineral substances (in particular, with lime), that allows to raise at use of fertilizers in 2 - 3 times productivity of the basic agricultural crops (wheat, rye, corn, oats, potato).

Решение проблемы растворения минеральных веществ (в частности, извести) в биологических удобрениях (отходах биореакторов после производства из них биогаза [1]) и использование этих удобрений в сельском хозяйстве позволяет в 2 – 3 раза повысить урожайность основных сельскохозяйственных культур (пшеницы, ржи, кукурузы, овса, картофеля [2]) и поэтому является актуальным заданием. Полное растворение извести в биологических отходах в отношении 1 к 3 в закрытой емкости без использования перемешивания или других средств интенсификации процесса, требует значительных расходов времени (порядка 3 недель или 500 часов), что не удовлетворяет сельскохозяйственные предприятия. В случае использования для интенсификации растворения нагревания смеси извести с отходами, в последних погибает много полезных микроорганизмов, что снижает ценность биологических удобрений на их основе. Известное оборудование для механического растворения: шнековые и барабанные мешалки, вибробункеры, центрифуги – работают со сравнительно небольшими порциями отходов (до 1 т) и потому также не обеспечивают необходимую производительность рабочего процесса, тогда как увеличение массы порции приводит к заметному снижению эффективности растворения [3].

В результате многовариантного анализа возможных схем установки для растворения минеральных веществ в биологических удобрениях и их сравнения по производительности осуществления рабочего процесса, энергоемкости перемешивания, обеспечиваемым конечным содержанием минеральных веществ, степени и равномерности их растворения по объему удобрений на выходе, была выбрана схема с одним бункером, разделенным на четыре цилиндрические вертикальные полости, в каждой из которых установлен вращающийся шнек с индивидуальным электроприводом. Загрузка удобрений и извести осуществляется в верхней части бункера на верхний виток первого шнека. Последний имеет витки с шагом $t_1 = 700$ мм и вращается с частотой $n_1 = 100$ об/мин (привод осуществляется от электродвигателя

через зубчатый редуктор). Поток удобрений и извести движется к нижней части первой цилиндрической полости и через боковое отверстие в ее стенке переходит во вторую полость, где подхватывается еще одним шнеком с витками с шагом $t_2 = 500$ мм, вращающимся с частотой $n_2 = 80$ об/мин. С его помощью удобрения и известь поднимаются в верхнюю часть бункера, где через боковое отверстие в стенке второй цилиндрической полости переходят в аналогичную третью полость и т.д. Шаг витков и частота вращения третьего шнека составляют соответственно $t_3 = 300$ мм и $n_3 = 60$ об/мин, для четвертого шнека эти параметры равны $t_4 = 200$ мм и $n_4 = 40$ об/мин. Диаметр всех четырех цилиндрических полостей и шнеков одинаковый и выбирается в зависимости от заданной производительности рабочих процессов, которая, в свою очередь, зависит от суточной массы обрабатываемых удобрений на данном конкретном предприятии. В результате указанной выше разницы шага и частоты вращения шнеков, на первых стадиях рабочего процесса обеспечивается более интенсивное перемешивание компонентов смеси, а на последних стадиях уменьшение скорости движения отходов и повышение давления в их среде способствуют интенсификации растворения извести в удобрениях. Использование данной схемы позволит по сравнению с двухшнековыми и тем более с одношнековыми прессами ВПНД-10, ВПО-20А, ПСЖН-68, ПВЖ-60, Stord BS-64 и т. п. [3] обеспечить значительно более высокие степень и равномерность растворения извести по объему удобрений на выходе, которые являются основными показателями эффективности оборудования для осуществления массообменных процессов (по оценкам автора данные показатели будут улучшены в 2 – 3 раза). При этом будет обеспечена такая же производительность рабочего процесса при некотором увеличении энергоемкости и материалоемкости установки. Однако вследствие того, что имеющиеся серийные шнековые прессы не обеспечивают заданных конечных степени и равномерности растворения извести по объему удобрений, их необходимо использовать вместе с дополнительным оборудованием для окончательного растворения извести в удобрениях, что приводит к существенному увеличению энергоемкости и материалоемкости всего технологического комплекса. Что касается вибрационных бункеров, зубчатых мельниц, статических поршневых прессов и другого оборудования для реализации массообменных процессов влажных дисперсных материалов [3], то они существенно уступают предлагаемой установке по производительности, имеют более высокую энергоемкость или не обеспечивают непрерывности рабочего процесса (прессы для статического прессования).

Таким образом, предлагаемое оборудование, в случае его внедрения на отечественных предприятиях позволит более эффективно решить проблему растворения минеральных веществ в биологических удобрениях и при использовании последних существенно повысить урожайность основных культур.

Литература

1. Волова, Т. Г. Введение в биотехнологию. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sangu.ge/images/biotechh.pdf>.
2. Карпова Е. И. Роль удобрений в циклах микроэлементов в агроэкосистемах / Е. И. Карпова // Российский химический журнал, 2005. – т. XLIX. - №3. – С. 20 – 25.
3. Антипов С. Т. Машины и аппараты пищевых производств / С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков и др. – В 2-х кн. Кн. 1. - М.: Высш. шк., 2001. – 708 с.

Сведения об авторе

Севостьянов Иван Вячеславович - д.т.н., профессор, профессор кафедры отраслевого машиностроения, Винницкий национальный технический университет.