

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

AGRO-ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Научная статья

УДК 631.333.4

EDN XUNMFO

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_93

Технологические основы процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений**Анатолий Михайлович Бондаренко¹, Людмила Сергеевна Качанова², Сергей Михайлович Челбин³**¹ Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, Ростовская область, Зерноград, Россия² Российская таможенная академия, Московская область, Люберцы, Россия³ Филиал Российского сельскохозяйственного центра по Ростовской области Ростовская область, Ростов-на-Дону, Россия¹ bondanmih@rambler.ru, ² l.kachanova@customs-academy.ru, ³ rsc61lab@yandex.ru

Аннотация. Снижение импортозависимости Российской Федерации от иностранных государств предусматривает, прежде всего, развитие собственного производства продовольствия для населения страны. Основой укрепления продовольственной безопасности является агропромышленный комплекс и его основная составляющая – растениеводство. Увеличение производства растениеводческой продукции напрямую связано с состоянием почвенных ресурсов. Наиболее эффективным ресурсом восполнения почвенного плодородия являются гуминовые органоминеральные удобрения. Целью исследования является разработка функциональной схемы установки с обоснованием технологических параметров процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений «Гумат» марки С2 (в жидкой консистенции). В данной работе представлена разработанная функциональная схема установки с ее входными и выходными параметрами. Основным технологическим параметром установки является объемная производительность, которая зависит, в первую очередь, от времени цикла производства гуминовых органоминеральных удобрений марки «Гумат». На основе экспериментальных данных построена циклограмма для определения времени цикла, которое для данной конструкции технологической линии составило 20 минут. Производительность технологической линии достигает 150 л/час или 900 л/смену. Данное удобрение эффективно работает при обработке посевного материала зерновых культур и по вегетации при обработке листовой поверхности.

Ключевые слова: органоминеральные удобрения, гуминовые удобрения, технологическая линия, почвенное плодородие, продовольственная безопасность, производительность линии

Для цитирования: Бондаренко А. М., Качанова Л. С., Челбин С. М. Технологические основы процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 93–99. doi: 10.22450/199996837_2022_4_93.

Original article

Technological foundations of the production process of humic organomineral fertilizers**Anatoly M. Bondarenko¹, Lyudmila S. Kachanova², Sergey M. Chelbin³**¹ Azov Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University Rostov region, Zernograd, Russia² Russian Customs Academy, Moscow Region, Lyubertsy, Russia³ Branch of the Russian Agricultural Center in the Rostov region

Rostov region, Rostov-on-Don, Russia

¹ bondanmih@rambler.ru, ² l.kachanova@customs-academy.ru, ³ rsc61lab@yandex.ru

Abstract. Reducing the import dependence of the Russian Federation on foreign states provides, first of all, the development of its own food production for the population of the country. The basis for strengthening of food security is the agroindustrial complex and its main component (crop production). The increase in crop production is directly related to the state of soil resources. The humic organomineral fertilizers are the most effective resource for soil fertility replenishing. The purpose of the study is to develop a functional scheme of the plant with the justification of the technological parameters of the production process of humic organic fertilizers "Humat" of C2 brand (in liquid consistency). This paper presents the developed functional scheme of the plant with its input and output parameters. The main technological parameter of the plant is the volumetric capacity, which depends primarily on the cycle time of production of humic organomineral fertilizers of the brand "Humat". Based on experimental data, a cyclogram was constructed to determine the cycle time, which for this design of the technological line was 20 minutes. The capacity of the processing line reaches 150 l/hour or 900 l/cm. This preparation works effectively in the processing of seed material of grain crops and during vegetation in the processing of the leaf surface.

Keywords: organomineral fertilizers, humic fertilizers, technological line, soil fertility, food safety, line productivity

For citation: Bondarenko A. M., Kachanova L. S., Chelbin S. M. Tekhnologicheskie osnovy protsessy proizvodstva guminovykh organomineral'nykh udobrenii [Technological foundations of the production process of humic organomineral fertilizers]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 93–99. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_93.

Введение. В условиях назревающего мирового кризиса важным социальным и политическим условием является продовольственная безопасность государства. В вопросах продовольственной безопасности Российской Федерации главенствующая роль отводится агропромышленному комплексу и его основной отрасли – растениеводству [1, 2].

В 2022 году планируется получить более 145 млн. тонн зернобобовых культур, в том числе около 90 млн. тонн зерновых культур. Это является рекордным урожаем за последние десятилетия. Высокие урожаи зерновых культур сопровождаются значительным выносом питательных веществ из почвы и, как следствие, снижением почвенного плодородия. Восстановление почвенного плодородия, как правило, производится традиционными методами с использованием органических, минеральных удобрений и их смесей. При этом применяются твердые и жидкие органические удобрения, производимые на основе жидкого, полужидкого и твердого (подстильного) навоза и помета [3–5].

Анализ использования органических удобрений в РФ показал, что почти во всех регионах страны они вносятся в почву в недостаточных дозах. При норме внесе-

ния органических удобрений в Ростовской области 10–15 тонн на условный гектар пашни, реально вносится около 0,1 т/га. Связано это с рядом объективных и субъективных причин: снижение поголовья животных и птицы (уменьшение объемов выхода навоза различной консистенции); отсутствие эффективных технологий производства органических удобрений с учетом зональных особенностей регионов. Низкая органикообеспеченность полей требует поиска новых решений производства органических удобрений на основе мобилизации всех имеющихся органических ресурсов [6].

Перспективным направлением является производство и использование концентрированных органических удобрений (КОУ), которые вносятся в почву в малых дозах (от 1 до 10 т/га) с эффектом внесения 40–60 т/га традиционных твердых органических удобрений [7]. Разновидностью КОУ являются гуминовые органоминеральные удобрения, которые в засушливых условиях юга России показали ряд преимуществ, основными из которых являются: обработка семян зерновых культур перед посевом, корневая и внекорневая подкормки, малые дозы внесения, повышение урожайности зерновых

культур (озимой пшеницы, ярового ячменя) на 25–30 %.

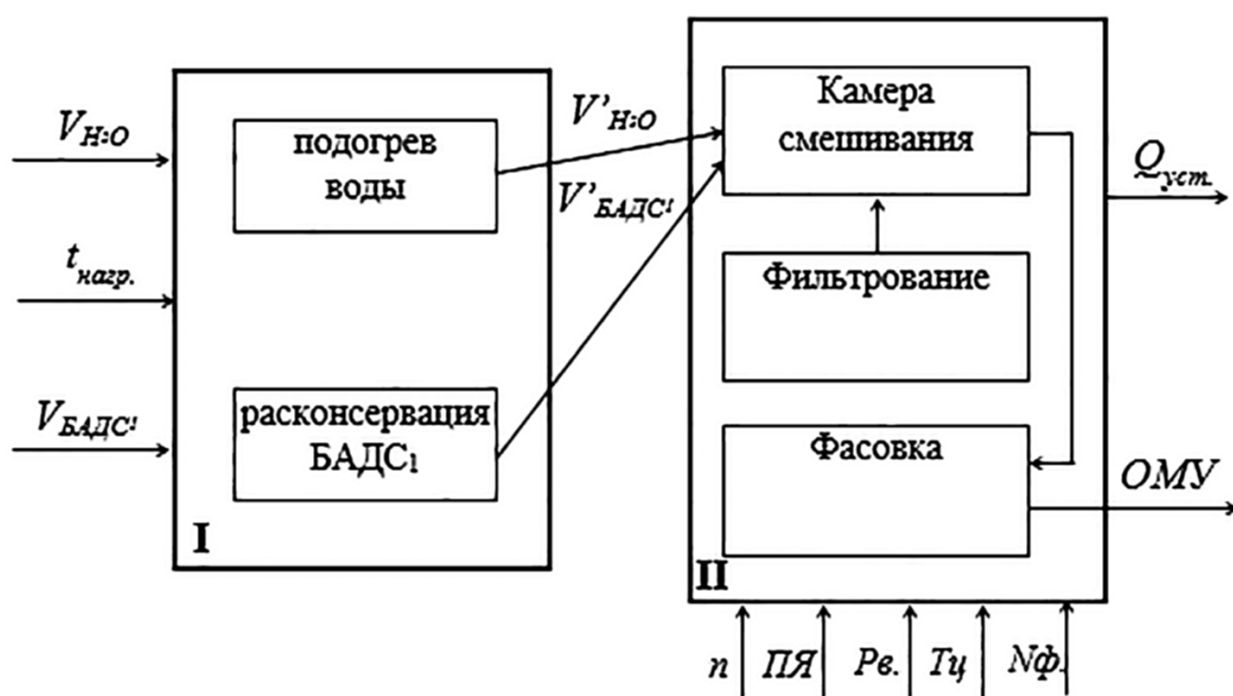
На юге России наиболее распространенной является жидкая форма органоминеральных удобрений, производимых на основе иркутских гуматов, имеющих в сравнении с другими препаратами наибольшее количество гуминовых кислот с высокой усвояемостью их почвой (до 95 %) [8]. Производство гуминовых органоминеральных удобрений основано на использовании готового концентрата водорастворимого сырья в виде порошка путем разбавления его водой для получения готового продукта.

Целью исследования является разработка функциональной схемы установки с обоснованием технологических параметров процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений «Гумат».

Материалы и методы исследования. В работе применен системный подход для определения входных и выходных параметров рассматриваемой функциональной схемы установки с использованием математического аппарата для их обоснования.

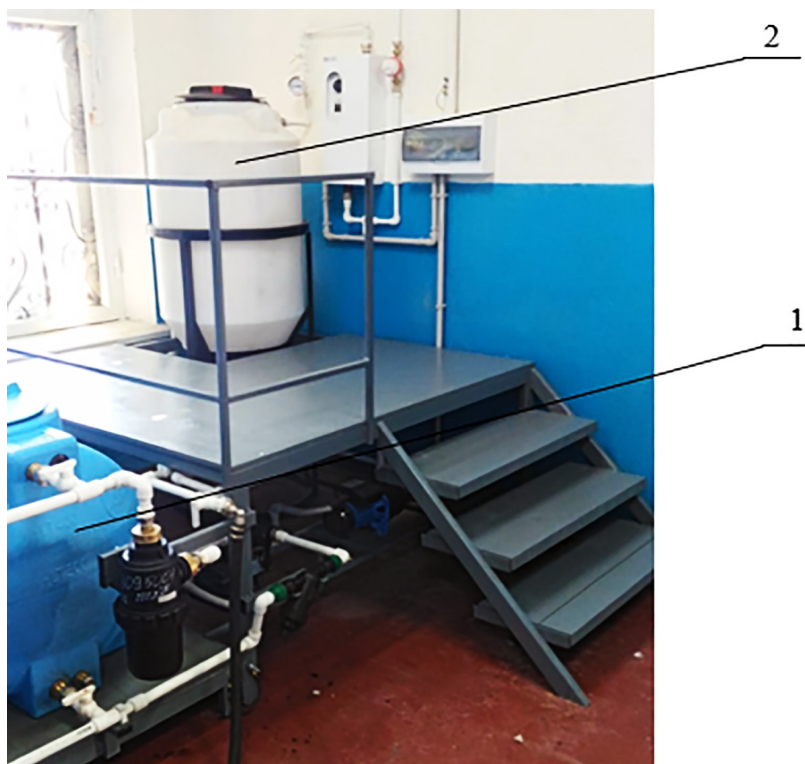
Результаты исследования. Функциональная схема установки представлена на рисунке 1 и включает в себя два основных блока: I блок – подготовка исходных компонентов, II блок – производство органоминеральных удобрений. Входными параметрами I блока являются объемы поступающей воды (V_{H_2O}) и объемы биологически активной добавки сухой концентрации ($V_{БАДС_1}$), а также время нагрева до требуемой температуры ($t_{нагр.}$).

Общий вид установки в технологической линии производства органоминеральных удобрений «Гумат» представлен на рисунке 2.



I – блок подготовки исходных компонентов; II – блок производства ОМУ;
 V_{H_2O} – объем воды для подогрева, м³; $t_{нагр.}$ – температура нагрева воды, °С;
 $V_{БАДС_1}$ – объем биологически активной добавки сухой концентрации, м³;
 n – частота вращения барабана камеры смешивания, мин⁻¹; ПЯ – пористость ячеек
 фильтровальной перегородки, мк; Nф. – количество форсунок для подачи воды, шт.;
 P_v – давление воды, Па; $T_{ц}$ – время цикла производства ОМУ, мин.;
 $Q_{уст}$ – производительность установки, м³/ч

Рисунок 1 – Функциональная схема установки для производства органоминерального удобрения «Гумат»



1 – установка для производства органоминеральных удобрений;
2 – емкость для накопления готового продукта

Рисунок 2 – Общий вид установки в технологической линии производства органоминеральных удобрений «Гумат»

Основным технологическим параметром работы установки является ее производительность, которая определяется по формуле (1):

$$Q_{уст} = (V_{H_2O} + V_{БАДС}) / T_{ц} \quad (1)$$

где $T_{ц}$ – время цикла производства органоминеральных удобрений, мин.

Время цикла производства органоминеральных удобрений определяется из выражения (2):

$$T = (T_{zg} + T_{cl} + T_{см} + T_{ф} + T_{выг}) \cdot k \quad (2)$$

где T_{zg} – время подачи теплой воды, мин.;

T_{cl} – время подачи сухого концентрата БАД, мин.;

$T_{см}$ – время смешивания компонентов, мин.;

$T_{ф}$ – время фильтрования, мин.;

$T_{выг}$ – время выгрузки продукта, мин.;

k – коэффициент кратности подачи сухого концентрата в камеру смешивания, мин.; коэффициент определяется экспе-

риментальным путем, и принимается равным 0,75.

Под временем подачи теплой воды (T_{zg}) понимаются затраты времени, для четырехкратной цикличности ее подачи в емкость за один цикл при перемешивании исходного объема сухого концентрата БАД. Вода подогревается до температуры 30–35 °С.

Результаты экспериментальных исследований по определению времени цикла производства гуминовых удобрений представлены в виде циклограммы на рисунке 3. Расчеты приведены к камере смешивания объемом 50 литров при четырехкратной подаче БАД сухой концентрации с расходом 12 % на единицу объема воды.

Из данных, представленных на рисунке 3, видно, что $T_{ц}$ производства органоминеральных удобрений для данной конструкции камеры смешивания исходных компонентов составляет 20 минут.

Тогда, с учетом выражения (1), производительность технологической линии

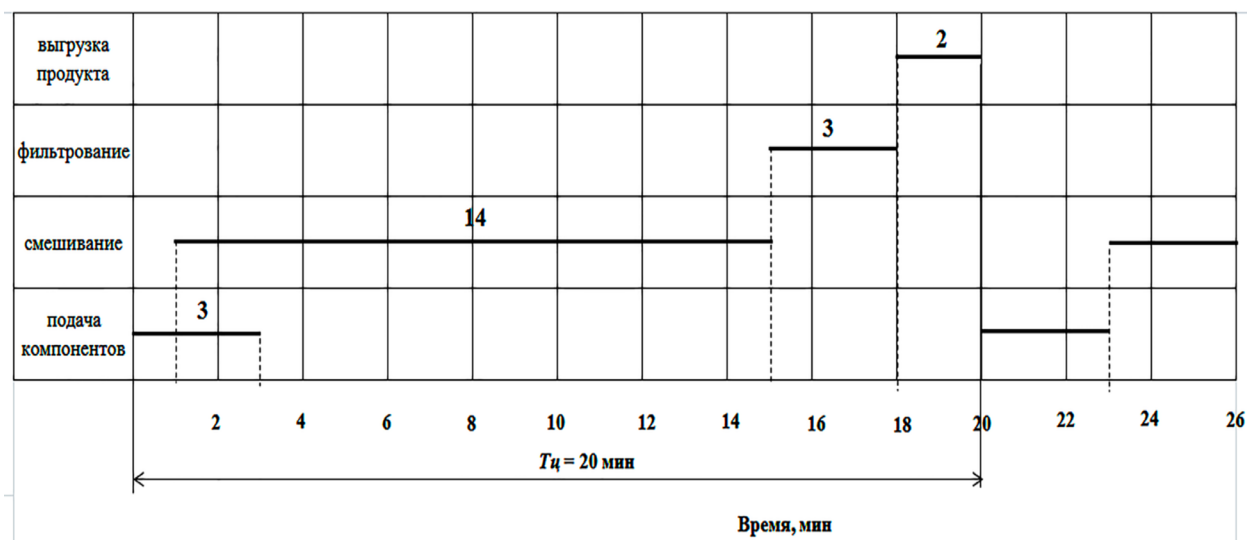


Рисунок 3 – Циклограмма определения времени цикла производства гуминовых удобрений

производства органоминерального удобрения «Гумат» составляет 120 л/час, а при часовой рабочей смене, составляющей 8 часов, – 900 л/смену.

Качество производимого удобрения зависит от наличия в нем гуминовых кислот и фракционного состава частиц. В данной конструкции камеры смешивания фракционный состав зависит от размера ячеек фильтровальной перегородки и должен обеспечивать бесперебойную работу опрыскивателей в процессе обработки растений. Качество смешивания компонентов смеси зависит от частоты вращения камеры смешивания и давления жидкости при выходе из форсунок (рис. 1). Данные параметры будут определены теоретически в будущих работах с целью уточнения времени смешивания компонентов.

Выводы. Разработанная функциональная схема установки для производ-

ства органоминерального удобрения «Гумат» позволила определить ее входные и выходные параметры, влияющие на качество производимого продукта.

Основным технологическим параметром является производительность технологической линии производства органоминерального удобрения, которая зависит от объема перерабатываемых компонентов и времени цикла на завершение разработанного процесса. Экспериментально установлено, что при камере смешивания 50 литров время цикла производства органоминерального удобрения «Гумат» составило 20 минут. Тогда, производительность технологической линии достигает 150 л/час или 900 л/смену.

Данный препарат эффективно работает при обработке посевного материала зерновых культур и по вегетации при обработке листовой поверхности.

Список источников

1. Санду И. С., Полухин А. А. Техничко-технологическая модернизация сельского хозяйства России // Экономика сельского хозяйства России. 2014. № 1. С. 5–8.
2. Санду И. С., Бурак П. И., Полухин А. А. Экономические аспекты технико-технологической модернизации сельского хозяйства в условиях интеграции в Евразийский экономический союз // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 7. С. 84–89.
3. Справочная книга по производству и применению органических удобрений / А. И. Еськов, М. Н. Новиков, С. М. Лукин [и др.]. Владимир : Российская академия сельскохозяйственных наук, 2001. 496 с.

4. Головки А. Н., Попенко А. Ю., Хаценко А. В. Применение электрофизических методов для очистки жидких органических отходов животноводства // Активная честолюбивая интеллектуальная молодежь сельскому хозяйству. 2021. № 2 (11). С. 90–97.

5. Домашенко Ю. Е. Проблемы и перспективы использования сточных вод для орошения : монография. Новочеркасск : Лик, 2017. 212 с.

6. Пиролизная технология – перспективный способ утилизации твердого высушенного навоза / А. В. Спиридонова, В. П. Друзьянова, О. М. Осмонов [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. № 1 (61). С. 143–145.

7. Босак В. Н. Агроэкономическая эффективность применения органических удобрений // Аграрная экономика. 2012. № 4. С. 49–54.

8. Исследование процесса производства гуминовых удобрений в системе экономической безопасности страны / А. М. Бондаренко, Л. С. Качанова, С. М. Челбин, А. Н. Головки // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 1 (61). С. 95–103.

References

1. Sandu I. S., Polukhin A. A. Tekhniko-tekhnologicheskaya modernizatsiya sel'skogo khozyaistva Rossii [Technical and technological modernization of the rural farms of Russia]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. – Agricultural Economics of Russia*, 2014; 1: 5–8 (in Russ.).

2. Sandu I. S., Burak P. I., Polukhin A. A. Ekonomicheskie aspekty tekhniko-tekhnologicheskoi modernizatsii sel'skogo khozyaistva v usloviyakh integratsii v Evraziiskii ekonomicheskii soyuz [Economic aspects of technician-technological modernization of agriculture in the conditions of integration into the Eurasian Economic Union]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. – Agricultural Economics of Russia*, 2015; 7: 84–89 (in Russ.).

3. Es'kov A. I., Novikov M. N., Lukin S. M., Tarasov S. I., Ryabkov V. V., Kasatkov V. A. [et al.]. *Spravochnaya kniga po proizvodstvu i primeneniyu organicheskikh udobrenii [Reference book on the production and use of organic fertilizers]*, Vladimir, Rossiiskaya akademiya sel'skokhozyaistvennykh nauk, 2001, 496 p. (in Russ.).

4. Golovko A. N., Popenko A. Yu., Khatsenko A. V. Primenenie elektrofizicheskikh metodov dlya ochistki zhidkikh organicheskikh otkhodov zhivotnovodstva [Application of electrophysical methods for cleaning liquid organic waste of animal husbandry]. *Aktivnaya chestolyubivaya intellektual'naya molodezh' sel'skomu khozyaistvu. – Active ambitious intellectual youth for agriculture*, 2021; 2; 11: 90–97 (in Russ.).

5. Domashenko Yu. E. *Problemy i perspektivy ispol'zovaniya stochnykh vod dlya orosheniya: monografiya [Problems and prospects for the use of wastewater for irrigation: monograph]*, Novocherkassk, Lik, 2017, 212 p. (in Russ.).

6. Spiridonova A. V., Druz'yanova V. P., Osmonov O. M., Tarabukina O. K. Pirolyznaya tekhnologiya – perspektivnyi sposob utilizatsii tverdogo vysushennogo navoza [Pyrolysis technology is a promising way of dried manure solids utilization]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Herald*, 2022; 1; 61: 143–145 (in Russ.).

7. Bosak V. N. Agroekonomicheskaya effektivnost' primeneniya organicheskikh udobrenii [Agroeconomic efficiency of the use of organic fertilizers]. *Agrarnaya ekonomika. – Agrarian Economy*, 2012; 4: 49–54 (in Russ.).

8. Bondarenko A. M., Качанова Л. С., Челбин С. М., Головки А. Н. Issledovanie protsessa proizvodstva guminovykh udobrenii v sisteme ekonomicheskoi bezopasnosti strany [Study of the production process of humic organomineral fertilizers in the system of economic security of the country]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Herald*, 2022; 1; 61: 95–103 (in Russ.).

© Бондаренко А. М., Качанова Л. С., Челбин С. М., 2022

Статья поступила в редакцию 24.10.2022; одобрена после рецензирования 21.11.2022; принята к публикации 29.11.2022.

The article was submitted 24.10.2022; approved after reviewing 21.11.2022; accepted for publication 29.11.2022.

Информация об авторах

Бондаренко Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, bondanmih@rambler.ru;

Качанова Людмила Сергеевна, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, Российская таможенная академия, l.kachanova@customs-academy.ru;

Челбин Сергей Михайлович, кандидат экономических наук, филиал Российского сельскохозяйственного центра по Ростовской области, rsc61lab@yandex.ru

Information about authors

Anatoly M. Bondarenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Azov Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agricultural University, bondanmih@rambler.ru;

Lyudmila S. Kachanova, Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor, Russian Customs Academy, l.kachanova@customs-academy.ru;

Sergey M. Chelbin, Candidate of Economic Sciences, Branch of the Russian Agricultural Center in the Rostov region, rsc61lab@yandex.ru