

Проведенный корреляционно-регрессионный анализ показал степень влияния различных агрометеорологических показателей на формирование урожайности озимой твердой пшеницы, установлены закономерности и модели, в зависимости от изученных факторов. Зависимость зерновой продуктивности озимой пшеницы от ГТК периода вегетации также значительна. Полученные результаты в условиях Терско-Сулакской подпровинции на лугово-каштановых почвах нужно учитывать при долгосрочном прогнозировании, следует использовать ресурс тепла и влаги для получения высокой урожайности посева в ранние сроки. Таким образом, существует тесная связь между агроклиматическими факторами и уровнем урожайности зерновой культуры.

Литература

1. *Агроклиматические ресурсы Дагестанской АССР*. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1975. – 112 с.
2. *Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края* / Под ред. Трубилина И.Т. и Малюги Н.Г. – Краснодар, 1997. – 236 с.
3. Вильфанд Р.М., Страшная Ф.И., Береза О.В. О динамике агроклиматических показателей условий сева, зимовки и формирования основных зерновых культур // Труды ГМЦ РФ. – 2016. – № 360. – С. 45–78.
4. Годунова Е.И., Желнакова Л.И., Удовыденко В.И. Состояние и пути оптимизации зерновой отрасли Ставрополя // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 8–12.
5. Дронин Н.М., Кириленко А.П. Роль климатического и политэкономического факторов в динамике урожайности зерновых в отечественной истории XX века // Вестник МГУ. – 2012. – Сер. 5. – С. 13–18.
6. Золотокрылин А.Н., Черенокова Е.А., Титкова Т.Б. и др. Изменения урожайности зерновых культур европейской России, вызванные квазидвухлетней цикличностью атмосферных процессов // Известия Российской академии наук. – 2016. – С. 90–99.
7. Ивойлов А.В., Чернышова Т.Н. Влияние агрометеорологических условий периода вегетации и перезимовки растений на урожайность

- озимой пшеницы в центральной части Республики Мордовия // Вестник Мордовского университета. – 2015. – Т. 25. – № 4. – С. 125–132.
8. Кильдюшин В.М., Хомутов Ю.В., Корнев В.А. и др. Влияние погодноклиматических факторов на урожайность озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №2. – С.26–28.
9. Клещенко А.Д. Научные основы агрометеорологического и агроклиматического обеспечения аграрного сектора экономики России // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 1. – С. 43–52.
10. Кулинцев В.В. Система земледелия нового поколения Ставропольского края / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова [и др.]. – Ставрополь: Агрус, 2013. – 520 с.
11. Манелля А.И. и др. Зерновое хозяйство России за 1970–1998 годы / А.И. Манелля и др. – М.: Центр экономической конъюнктуры при Правительстве Российской Федерации. – 1999. – 158 с.
12. Морозов Н.А. Продуктивность зерновых севооборотов с различным насыщением чистыми и занятыми парами / Н.А. Морозов, С.А. Лиходиевская, А.И. Хрипунов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 5. – С. 29–35.
13. Петров Г.И. Влияние агрометеорологических условий на формирование урожая озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополя. – Будённовск: Прикумье, 1996. – 342 с.
14. Страшная А.И., Пурина И.Э., Чуб О.В. и др. Автоматизированная технология мониторинга и расчета количества декад с почвенной и атмосферно-почвенной засухой под зерновыми культурами // Труды Гидрометцентра России. – 2013. – Вып. 349. – С. 150–160.
15. Чекирес А.П. Погода, климат и отгонно-пастбищное животноводство. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 162 с.
16. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ефремов В.В. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. – М.: Агропромиздат, 1991. – 305 с.
17. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование. – Л.: Гидрометеиздат, – 1967. – 298 с.
18. Яковлев Н.Н. Климат и зимостойкость озимой пшеницы. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 419 с.
19. Bokusheva R., Hockmann H., Kumbhakar S. C. Dynamics of productivity and technical efficiency in Russian agriculture. – Eur. Rev. Agric. Econ., 2012. – Vol. 39. – Pp. 611–637.
20. Lobell D. B., Field C. B. Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. – Environ. Res. Lett., 2007. – Vol. 2. – Pp. 1–7.

THE INFLUENCE OF SOME AGROMETEOROLOGICAL FACTORS ON THE YIELD OF WINTER WHEAT IN THE CONDITIONS OF IRRIGATION OF THE TERSKO-SULAK SUBPROVINCE

M. A. Kaziev, Doctor of Agricultural Sciences, S. A. Teymurov, Candidate of Agricultural Sciences, A.V. Ramazanov, Candidate of Agricultural Sciences, M. A. Saipov applicant

*FSBSI «Federal agricultural research center of the Republic of Dagestan»
RF, 367014, RD, Makhachkala, MKR Nauchnyj gorodok, ul. A. Shahbanova 30.
E-mail: samteim@rambler.ru*

The results of the study of the close relationship between natural and climatic factors and the level of winter wheat yield on meadow-chestnut irrigated soils of the Tersko-Sulak subprovincion of Dagestan are presented. The agroecological model of fertility is an agroecosystem that guarantees high yields of winter wheat.

Keywords: ecology, climate, fertility, irrigation, winter wheat, yield.

УДК 502/504:628.04.08

DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.25

СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД КАРТОННО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПОЧВУ

А.О. Холуденева, С.Ю. Ефремова, д.б.н.,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет»

89374360132, khouludeneva@penzgtu.ru 89631097784, efremova@penzgtu.ru

Рассмотрен способ утилизации осадка сточных вод картонно-бумажного производства посредством электроосмотической установки-дегидрататора, содержащей электроизоляционный корпус с электродами: анод, выполненный в виде токопроводящей крышки, и катод, в виде токопроводящего перфорированного днища корпуса, которые имеют между собой пространство для обезвоживаемых отходов осадка сточных вод. Такое техническое решение обеспечивает существенное снижение объемов отходов и улучшение экологической обстановки региона.

Ключевые слова: осадок сточных вод, захламление земель, электроосмос, дегидратор, отделение влаги, негативное воздействие.

Для цитирования: Холуденева А.О., Ефремова С.Ю. Снижение негативного влияния осадка сточных вод картонно-бумажного производства на почву// Плодородие. – 2021. – №5. – С. 101-104. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.25.

Объем переработки крупнотоннажных производственных отходов в стране составляет 6-8% от общего объема образования отходов, что гораздо ниже, чем в зарубежных странах (37-87%). Данное обстоятельство указывает на необходимость вовлечения отходов в ресурсный цикл производства, что позволит существенно сократить использование природных ресурсов и вернуть в хозяйственный оборот обширные территории, занятые под их размещение. Наряду с образованием отходов производства неизбежно образование отходов очистки сточных вод. Складирование осадков промышленных сточных вод на полигонах и полях захоронения практикуют до сих пор, что экономически не оправданно, поскольку связано с отчуждением значительных земельных участков, загрязнением поверхностных и подземных вод.

Обработка осадков стоков – одна из технологически сложных и дорогостоящих составляющих очистных комплексов, при этом предусматриваются максимальное снижение их влажности и объема, стабилизация и обеззараживание. С учетом того, что величина объема образующихся осадков составляет около 10% объема стоков, можно представить сложность проблем их переработки. Накопление же осадков в окружающей среде создает одну из трудноразрешимых экологических проблем.

Цель исследований – снизить негативное воздействие осадка сточных вод производства картонно-бумажной продукции на почву путем их обезвоживания с помощью дегидратора подготовки к дальнейшей утилизации.

Методика. Одной из проблем бумажного производства является очистка сточных вод от взвешенных мелкодисперсных частиц и органических веществ, что ведет к образованию значительного количества отходов именуемых скопом. Известные методы обезвоживания влагосодержащих материалов, например центрифуги-

рование, выпаривание и другие виды термического и механического воздействия в определенной мере имеют недостатки, и применение их к данному виду сточных вод в этом случае нецелесообразно.

Проблема технологии биологической и химической очистки осадков сточных вод для удаления из них загрязняющих веществ актуальна во многих странах и рассмотрена в исследованиях современных зарубежных ученых [1, 2]. Представлены современные способы обезвоживания влагосодержащих осадков сточных вод и определены характеристики микроволновой сушки, потребления энергии [3].

Из имеющихся известных современных технических решений нельзя выделить оптимальный способ снижения массы отхода, интенсивность и количество отделения влаги. Нами представлен принципиально новый технический процесс, отвечающий поставленным задачам. Предложено обезвоживание отходов сточных вод с помощью дегидратора, принцип действия которого основан на использовании эффекта электроосмотического обезвоживания отходов в местах их массового образования. Такой способ характеризуется высокой эффективностью, экологической безопасностью, универсальностью и экономичностью.

Дегидратор электроизоляционный с электродами состоит из: анода, корпус которого выполнен в виде токопроводящей крышки 3, и катода, в виде токопроводящего перфорированного днища корпуса 6, которые имеют между собой пространство для размещения обезвоживаемой массы 2 [4]. Допускается возможность установки под перфорированным днищем поддона 10 для сбора отделяющейся влаги. Поверхность электродов 3 и 6, взаимодействующая с влажным скопом, снабжена выступами 11, которые выполнены в виде пирамид. На рисунке 1 показан общий вид дегидратора.

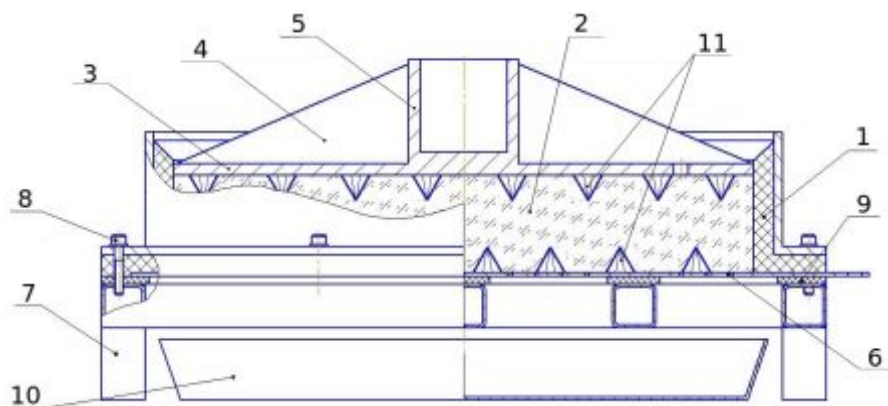


Рис. 1. Устройство дегидратора:

1 – электроизоляционный корпус; 2 – обезвоживаемый осадок; 3 – токопроводящая крышка; 4 – ребра жесткости; 5 – направляющая; 6 – токопроводящее перфорированное днище; 7 – рама; 8 – болты; 9 – изоляционные прокладки; 10 – поддон; 11 – выступы

Устройство работает следующим образом: осадок сточных вод после прохождения предварительных

стадий очистки поступает на обезвоживание в дегидратор, крышка при этом приподнята, а простран-

ство под ней свободно. По мере заливки жидкого осадка подводится напряжение, под действием тока и плотности целлюлоза всплывает, а жидкость стекает в поддон через перфорированное днище. По мере уменьшения объема осадков в камере, крышка опускается, а расстояние между электродами сокращается, способствуя поддержанию силы тока. Наличие выступов содействует снижению зазора между электродами, так же повышая величину силы тока и ускоряя процесс отделения влаги от твердой фазы осадка [5]. Выступы на аноде и катоде препятствуют образованию уплотнения слоёв осадка, что обеспечивает эффективное воздействие электрического поля и прохождение влаги. При этом наличие

остроконечных выступов исключает необходимость дополнительных действий для их заглубления в рабочую массу осадков и облегчает отвод остаточных масс.

Результаты и их обсуждение. Для исследования процесса обезвоживания осадка сточных вод на предложенном устройстве проведены эксперименты при различных параметрах напряжения между электродами U (В) = 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 [6]. Отделение влаги получено экспериментально, из расчета объема пробы отхода 70 кг. Количество отводимой влаги G (кг) от отходов зависит от подводимого к электродам напряжения U (В) и длительности его воздействия T (ч) (рис. 2).

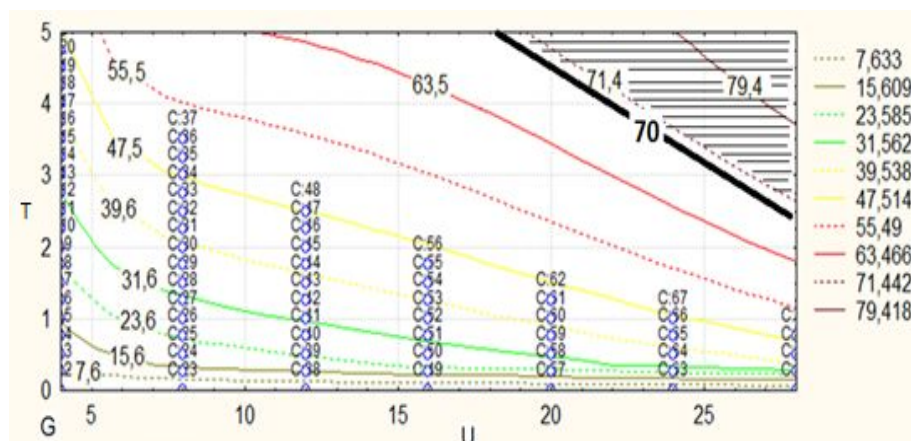


Рис. 2. Модель влияния напряжения между электродами (U) и длительности обработки (T) на количество выделенной влаги (G)

Полученные результаты исследования после регрессионной обработки представлены в виде статистических моделей. Количество выделенной влаги за время обработки осадки описывается регрессионным уравнением:

$$G = -0.01334 \cdot U + 77.713 \cdot e^{\left(\frac{-25.34 + 27.576T^{0.04} \cdot U^{-0.39} + 10.5T^{0.167} - 21.83/U}{U} \right)}. \quad (1)$$

Значения статистических показателей: доверительной вероятности по F-test=0,898257≈0,9 и коэффициента корреляции Пирсона $R=0,988725$ говорят об адекватности полученной модели с 90%-ной доверительной вероятностью.

Сопоставление расчетных и опытных результатов возле прямой (рис. 3) свидетельствует о хорошей сходимости данных.

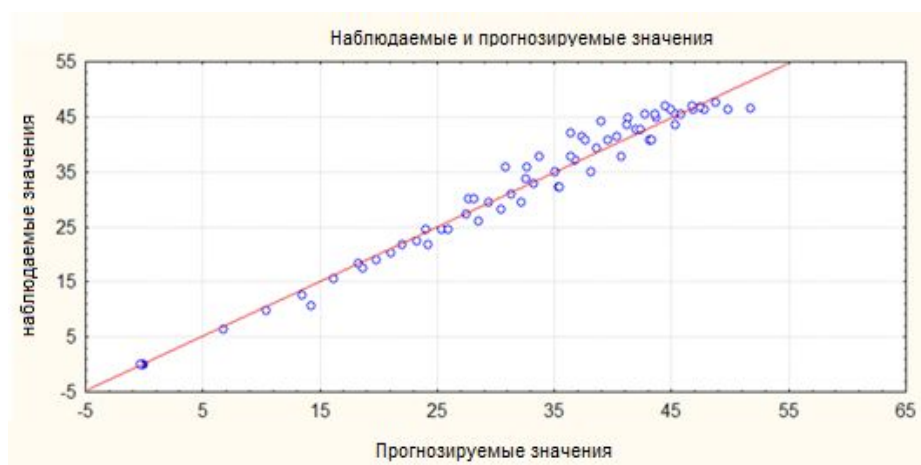


Рис. 3. График сопоставления расчетных и опытных значений влияния напряжения между электродами и длительности обработки на количество выделяемой влаги

С увеличением напряжения повышается интенсивность отделяемой влаги от отходов, происходит рост производительности способа. Интенсивность отвода влаги наибольшая в начальный период обработки осадка, затем она постепенно снижается. После выделения 55,5 кг влаги от взятой пробы осадка массой 70 кг на-

блюдается существенное замедление процесса отвода, т.е. при отведении 70% влаги от исходной массы отхода эффективность процесса резко снижается. С уменьшением напряжения время обработки возрастает. При напряжении менее 10В время обработки существенно возрастает.

С течением времени хранения или обработки отходов наблюдается естественный процесс их расслоения по уровню влажности. В случае обработки отходов с начальной влажностью менее исходной, необходимая длительность обработки будет определяться представленной формулой:

$$T = T(W_k) - T(W_n), \quad (2)$$

где $T(W_k), T(W_n)$ – прогнозируемая длительность обработки; $(W_k), (W_n)$ – влажность отходов на начало и конец предполагаемой обработки.

Длительность работы дегидрататора составляет T_c (ч), что описывается следующим уравнением:

$$T_c = T_z + T + T_v + T_d, \quad (3)$$

где T_z – длительность заполнения рабочей полости дегидрататора, ч; T_v – длительность опорожнения рабочей полости дегидрататора, ч; T_d – длительность неучтенных операций, ч.

Учитывая число рабочих емкостей Z дегидрататора с массой рабочей пробы отхода M (кг), производительность обработки отходов будет описываться следующей формулой:

$$Q_0 = \frac{M \cdot Z}{T_z + T + T_v + T_d} \geq Q_s = \frac{M_s}{N \cdot T_c \cdot \tau}, \quad (4)$$

где Q_s – средняя производительность участка за сутки, кг/ч; M_s – суточная масса отходов, кг; T_c – длительность смены обработки отходов, ч; N – число рабочих смен за сутки; τ – коэффициент использования времени смены.

Максимально допустимое время обработки порции отхода будет описываться выражением, представленным в формуле:

$$T = \frac{M \cdot Z \cdot N \cdot T_c \cdot \tau}{M_s} - (T_z + T_v + T_d). \quad (5)$$

Наиболее продуктивный режим работы установки проходит при напряжении $U = 16$ В, время обработки порции отхода 70 кг составляет от 1,5 до 1,75 ч. При этом режиме удастся выделить около 45 кг жидкости за 1-й час работы и около 5 кг в последующее время. Общая масса отхода при этом сокращается более чем на 70% при энергозатратах, эквивалентных режиму с напряжением $U = 4$ В. Это связано с сокращением времени работы установки при повышении напряжения с 5 ч

при $U = 4$ В до 1,75 ч при $U = 16$ В. При дальнейшем повышении напряжения на обкладках установки $U = 20-28$ В существенного сокращения времени обработки отхода не установлено, при этом расход электроэнергии будет расти пропорционально подаваемому напряжению.

Выводы. Предложено техническое устройство в виде дегидрататора для обезвоживания крупнотоннажных отходов картонно-бумажного производства. Установлено, что методом электроосмотического обезвоживания удаляется до 70% влаги из объема отхода, не прибегая к использованию коагулянтов. Выявлены зависимости количества отводимой влаги от напряжения и длительности воздействия, позволяющие установить наиболее эффективный режим работы дегидрататора. Наибольшая эффективность достигается при напряжении $U = 16$ В, период обработки 1,5-1,75 ч на 70 кг отходов.

Обезвоживание отходов осадка сточных вод при помощи предложенного устройства позволит значительно снизить их объемы, тем самым сократить площади для размещения, предотвратить попадание химических компонентов в грунтовые воды и нарушение баланса питательных веществ в почве.

Литература

1. Yuan Meng, Weiyi Liu, Heidelore Fiedler, Jinlan Zhang, Xinrui Wei, Xiaohui Liu, Meng Peng & Tingting Zhang Fate and risk assessment of emerging contaminants in reclaimed water production processes// Frontiers of Environmental Science & Engineering vol. № 15, №104, 2021,
2. Mohammad Boshir Ahmed, John L. Zhou, Huo Hao Ngo, Wenshan Guo, Nikolaos S. Thomaidis, Jiang Xu Progress in the biological and chemical treatment technologies for emerging contaminant removal from wastewater: A critical review// Journal of Hazardous Materials Vol. 323, Part A, 2017, Pages 274-298,
3. Jial iGuo, Lei Zheng, Zifu Li Microwave drying behavior, energy consumption, and mathematical modeling of sewage sludge in a novel pilot-scale microwave drying system//Science of The Total Environment Vol. 777, №146109, 2021,
4. Холуденева А.О. Электроосмотическое устройство обезвоживания пористого материала. Патент на полезную модель RU 195068 U1, 14.01.2020. Заявка № 2019122911 от 16.07.2019.
5. Kholudeneva, A. O., Efremova, S. Yu., Konovalov, V. V. Studying the electrodynamic parameters of dehydration of moisture-containing waste using an electroosmotic dehydrator//HELIX vol.10 issue 2, 2020 pp. 104-111,
6. Kholudeneva, A. O. Substantiation of electric field impact use on the process of moisture separation from porous waste structures// International transaction journal of engineering management & applied sciences & technologies vol. №11, issue 3, № 11A03K, 2020.

REDUCTION OF WASTEWATER SLUDGE AND THEIR NEGATIVE IMPACT ON THE SOIL

A.O. Kholudeneva, S.Y. Efremova

The method of utilization of sewage sludge of paper production by means of electroosmotic installation-dehydrator containing an electrical insulating housing with electrodes is considered: an anode made in the form of a conductive cover, and a cathode, in the form of a conductive perforated bottom of the body, which have a space between them for dehydrated waste of sewage sludge. Such a technical solution provides a significant reduction in waste volumes and improvement of the environmental situation in the region.

Keywords: sewage sludge, land littering, electroosmosis, dehydrator, waste, negative impact.