

Апажев А. К., Шекихачев Ю. А.

Arazhev A. K., Shekikhachev Y. A.

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА УТИЛИЗАЦИИ  
ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА**

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND TECHNOLOGY OF LIVESTOCK  
WASTE DISPOSAL**

---

*Эксплуатация животноводческих ферм и комплексов сопровождается значительной концентрацией животных в ограниченном пространстве и нарушением равновесия между поголовьем и площадью земельных угодий, накоплением большого количества навоза, сточных вод и органических отходов в расчете на единицу земельной площади. Навоз содержит значительное количество патогенных микроорганизмов, яиц и личинок гельминтов, семян сорняков, солей тяжелых металлов и различных ксенобиотиков. Попадая в почву и водоемы, навозная жижа вызывает загрязнение грунтовых вод, биологическое заражение почвы патогенными микроорганизмами. Метан, диоксид углерода, аммиак и сероводород, загрязняют воздух. Метан, попадая в атмосферу, вызывает парниковый эффект, который в 22-30 раз превосходит влияние диоксида углерода и приводит к глобальным изменениям климата. Проблемы усугубляются тем, что сельскохозяйственные угодья, как биологические системы утилизации, способны воспринимать органические удобрения в виде навоза в ограниченном количестве. Критерием является содержание азота, максимально допустимая концентрация которого составляет 250-300 кг/га. Таким образом, разработка и внедрение инновационных технологий и техники утилизации отходов животноводства в настоящее время является актуальным.*

**Ключевые слова:** животноводство, отходы, утилизация, переработка, микрофлора, почва, плодородие.

*The operation of livestock farms and complexes is accompanied by a significant concentration of animals in a confined space and an imbalance between the livestock and the area of land, the accumulation of large amounts of manure, sewage and organic waste per unit of land area. Manure contains a significant amount of pathogenic microorganisms, eggs and larvae of helminths, weed seeds, salts of heavy metals and various xenobiotics. Getting into the soil and water bodies, slurry causes contamination of groundwater, biological contamination of the soil by pathogenic microorganisms. Methane, carbon dioxide, ammonia and hydrogen sulfide pollute the air. Methane, entering the atmosphere, causes a greenhouse effect, which is 22-30 times greater than the effect of carbon dioxide and leads to global climate changes. The problems are aggravated by the fact that agricultural lands, as biological utilization systems, are able to perceive organic fertilizers in the form of manure in limited quantities. The criterion is the nitrogen content, the maximum allowable concentration of which is 250-300 kg/ha. Thus, the development and implementation of innovative technologies and techniques for utilizing animal waste is currently relevant.*

**Key words:** animal husbandry, waste, utilization, processing, microflora, soil, fertility.

---

**Апажев Аслан Каральбиевич** – доктор технических наук, профессор кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

**Arazhev Aslan Karalbievich** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

**Шекихачев Юрий Ахметханович –**

доктор технических наук, профессор кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик  
Тел.: 8 928 077 33 77  
E-mail: shek-fmep@mail.ru

**Shekihachev Yuri Akhmetkhanovich –**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik  
Tel.: 8 928 077 33 77  
E-mail: shek-fmep@mail.ru

**И**спользование навоза для улучшения плодородия почв обусловлено тем, что в сухом веществе навоза содержится значительное количество азота (1,9-6,5%), калия (1,0-2,9%), фосфора (0,2-2,7%) и органического вещества (70-85%). За эталон органического удобрения принята тонна бесподстилочного навоза, после переработки которого (до времени внесения в почву) в нем содержится 35-40% сухого вещества, 0,05% азота, 0,25% фосфора и 0,6% калия.

Для удаления твердого подстилочного навоза из навозохранилищ и загрузки его в транспортные средства применяют грейферы – погрузчики, погрузчики-бульдозеры и другие мобильные или стационарные средства механизации. Иногда капитальные навозохранилища оборудуют кран-балками и даже мостовыми кранами с грейферными погрузчиками.

Одним из способов использования навоза является изготовление вблизи навозохранилища органо-минеральных компостов из навоза, торфа и минеральных удобрений. На специально отведенном участке ровным слоем толщиной 15-20 см укладывают торфяную крышку, а сверху накладывают навоз и смесь фосфоритной муки с калийной солью. Все это хорошо перемешивают дисковой бороной и сгребают бульдозером в бурты, в которых вследствие протекания биотермического процесса происходит созревание и обеззараживание навоза.

Жидкий навоз можно разделять на фракции в отстойниках или с помощью специальных сепарирующих машин и аппаратов. Производительность шнековых сепараторов больше. Прессы с ленточными ситами, сетчатые сепараторы, устройства для удаления воды или прессы, имеют высокий расход энергии и при этом удаляют недостаточно сухих веществ. С помощью вибрационных

средств (решет, грохотов) или центрифуг разделяют жидкий навоз на твердую фракцию влажностью 65-70% и жидкую, в которой остается 2-3% навоза. Такая твердая фракция плохо хранится, упаковывается и компостируется.

Другой вариант отстаивания жидкого навоза – это использование открытых лагун.

Такое отстаивание жидкого навоза малоэффективно, а сооружение отстойников требует довольно значительных затрат труда и средств. Твердую фракцию складывают в бурты и после созревания используют как удобрение, а жидкую после биологической очистки повторно используют для орошения полей.

Все существующие методы утилизации отходов животноводства условно можно разделить на две группы: традиционные и нетрадиционные.

При традиционных методах утилизации используют такие природные биологические системы, как почва и водоемы. Утилизация осуществляется биологическими агентами (объектами) – микроорганизмами, дождевыми червями, членистоногими и т.п. Выбор биологической системы существенно зависит от консистенции навозной биомассы, которая, в зависимости от технологии содержания и навозоудаления, может быть: твердой (влажность до 80%), полужидкой (влажность 81-90%) и жидкой (влажность более 91%).

К нетрадиционным методам относится утилизация навоза путем метанового сбраживания с использованием биологических агентов – анаэробных метанобразующих микроорганизмов и дождевых червей.

Внесение навоза в почву значительно повышает ее энергоемкость, что является одним из факторов, который способствует увеличению выхода наземной биомассы с единицы земельной площади, а также по-

вышению активности аутотрофных микроорганизмов. Этот метод используют в основном для утилизации твердой фракции навоза (подстилочный навоз) влажностью не выше 70%. Его хранят на специальных площадках для накопления, карантина и биотермического обеззараживания.

Биотермический метод основан на создании в обеззараженной массе высокой температуры (60°C) и выдерживании в течение одного месяца в теплый период года и двух месяцев – в холодный. Если влажность навоза превышает 70%, период выдержки следует увеличить до 5-6 месяцев. После этого навоз вывозят на поля под запахивание.

В почве органические вещества навоза трансформируются аутотрофными микроорганизмами и другими биологическими объектами (червями, членистоногими). Неорганические вещества адсорбируются частицами почвы или осаждаются, но не разрушаются. Особое внимание уделяется тяжелым металлам, поэтому их количество в почве строго лимитируется.

Жидкий навоз (бесподстилочный) крупного рогатого скота и навозные стоки свиноводческих комплексов сначала разделяют в отстойниках на твердую и жидкую фракцию. Жидкая фракция тоже используется как жидкое органическое удобрение для полива сельскохозяйственных культур. При этом происходит их почвенная доочистка, что создает благоприятные условия для охраны окружающей среды.

Широкое распространение метода тормозится санитарно-гигиеническими и экономическими требованиями. Так, патогенные микроорганизмы, содержащиеся в навозной биомассе, способны длительное время сохраняться во внешней среде и могут быть причиной эпидемий и эпизоотий.

Обеспечения ветеринарно-санитарного благополучия в этом случае можно достичь за счет обеззараживания отходов животноводства термической стерилизацией, что является энергоемким мероприятием.

Также значительные экономические проблемы связаны с затратами на удаление, транспортировку, хранение и использование навоза в растениеводстве.

Методом минерализации органических веществ утилизируют жидкую фракцию, то есть сточные воды. В данном случае утилизация осуществляется в результате жизнедеятельности различных организмов (бактерии, грибы, водоросли, простейшие, черви и членистоногие), использующих органические и неорганические соединения сточных вод в качестве питательных веществ и источника энергии. Аэробные микроорганизмы воздуха превращают органические вещества в минеральные соединения – аммиак, диоксид углерода и воду.

Среди известных методов очистки сточных вод биологическое обеззараживание остается наиболее доступным и надежным в санитарном отношении.

В рацион сельскохозяйственных животных добавляется преимущественно куриный помет. Навоз предварительно высушивается и обеззараживается, а при наличии подстилки измельчается. Это требует определенного оборудования и значительных затрат энергии.

При длительном использовании навоза в качестве добавок в рационы животных в животноводческой продукции увеличивается содержание тяжелых металлов, антибиотиков и других чужеродных веществ (ксенобиотиков).

Этот метод имеет и социально-психологическую проблему, которая возникает при использовании продукции, полученной с добавками навоза. Поэтому метод не имеет широкого распространения и требует более детального изучения.

Эффективным и экологически безопасным методом утилизации различных отходов (животноводства, растениеводства, бытовых и промышленных) является метод вермикультивирования, то есть использование дождевых червей. Это дает возможность трансформировать различные отходы, которые до этого были основными загрязнителями окружающей среды, как в полноценный белок животного происхождения, который пригоден для кормления животных и питания людей, так и в гумусное удобрение (биогумус). В компост с помощью дождевых червей перерабатывают даже отходы, которые трудно поддаются

утилизации – отходы целлюлозно-бумажной отрасли.

В настоящее время перспективным является метод анаэробного сбраживания навоза, заключающегося в распаде содержащихся в нем органических веществ, в результате чего образуется биогаз. Одновременно происходят процессы частичного или полного обеззараживания, дегельминтизации, дезодорации [1-11].

Анаэробное сбраживание реализуется в различных биореакторах: метантенках и

анаэробных фильтрах. При этом необходимо поддерживать требуемый температурный режим, для чего можно использовать выделяющийся биогаз.

**Вывод.** Анализ технологий и техники для переработки животноводческой биомассы свидетельствует о том, что наиболее эффективна анаэробная переработка, причем наиболее экономичен мезофильный режим при непрерывном режиме функционирования установки.

## Литература

1. Кильчукова О.Х., Фиатиев А.Г., Юров А.И. Альтернативная энергетика на Северном Кавказе // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – № 4 (17). – С. 16-19.

2. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards / E.V. Kyul, A.K. Apazhev, A.B. Kudzaev, N.A. Borisova // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Т. 44. – № 2. – С. 239-243. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34529550>.

3. Mathematical model of thermal processes in a biogas plant / A. Fiapshev, O. Kilchukova, Y. Shekikhachev, M. Khamokov, L. Khazhmetov // MATEC Web of Conferences. – 2018. – 212. – 01032. URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205029899>.

4. Thermal Processes in a Biogas Plant for the Disposal of Agricultural Waste / A.K. Apazhev, Y.A. Shekikhachev, A.G. Fiapshev, O.Kh. Kilchukova // International scientific and practical conference «AgroSMART – Smart solutions for agriculture», KnE Life Sciences. – 2019. – P. 40-50. URL: <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Life/article/view/5578>.

5. Fiapshev A.G., Khamokov M.M., Kilchukova O.Kh. Mathematical model of heat transfer in the reactor of a biogas plant // Journal of Physics: Conference Series (JPCS). – Vol. 1679. – 2020. – 052074. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1679/4/052074/pdf>.

## References

1. Kil'chukova O.H., Fiapshev A.G., Yurov A.I. Al'ternativnaya energetika na Severnom Kavkaze // Vestnik VIESH. – 2014. – № 4 (17). – S. 16-19.

2. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards / E.V. Kyul, A.K. Apazhev, A.B. Kudzaev, N.A. Borisova // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Т. 44. – № 2. – S. 239-243. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34529550>.

3. Mathematical model of thermal processes in a biogas plant / A. Fiapshev, O. Kilchukova, Y. Shekikhachev, M. Khamokov, L. Khazhmetov // MATEC Web of Conferences. – 2018. – 212. – 01032. URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205029899>.

4. Thermal Processes in a Biogas Plant for the Disposal of Agricultural Waste / A.K. Apazhev, Y.A. Shekikhachev, A.G. Fiapshev, O.Kh. Kilchukova // International scientific and practical conference «AgroSMART – Smart solutions for agriculture», KnE Life Sciences. – 2019. – P. 40-50. URL: <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Life/article/view/5578>.

5. Fiapshev A.G., Khamokov M.M., Kilchukova O.Kh. Mathematical model of heat transfer in the reactor of a biogas plant // Journal of Physics: Conference Series (JPCS). – Vol. 1679. – 2020. – 052074. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1679/4/052074/pdf>.



6. *Апажев А.К., Шехикачев Ю.А., Фиатишев А.Г.* Разработка и исследование био-реактора для получения биоудобрения и биогаза // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2 (40). – С. 60-63.

7. Оптимизация параметров и режимов работы биогазовой установки для достиже-ния максимального выхода биометана / *А.Г. Фиатишев, М.М. Хамоков, О.Х. Кильчу- кова, Б.Б. Темукуев, Б.А. Фиатишев* // Энер- гобезопасность и энергосбережение. – 2021.

– № 3. – С. 41-45.

8. Математическое описание теплообме- на в биогазовой установке / *А.Г. Фиатишев, М.М. Хамоков, О.Х. Кильчукова, Б.А. Фиат- шев* // Энергобезопасность и энергосбереже- ние. – 2020. – № 6. – С. 40-43.

9. *Кильчукова О.Х., Фиатишев А.Г.* Энер-гетическая оценка биогазовой установки БГУ-М // Известия Нижневолжского агро- университета: Наука и выс- шее профессиональное образование. – 2015.

– № 3 (39). – С. 193-198.

10. Расчет теплообменника метантенка биогазовой установки / *О.Х. Кильчукова, А.Г. Фиатишев, М.М. Хамоков, Б.Б. Темукуев*

// Известия Горского государственного аг- рарного университета. – 2015. – Т. 52.

–

№ 4. – С. 192-198.

11. Энергетическое обоснование исполь- зования биогаза / *А.Г. Фиатишев, Т.Б. Тему- куев, О.Х. Кильчукова, М.М. Хамоков* // Из- вестия Горского государственного аграрно-го университета. – 2014. – Т. 51. – № 4. –С. 207-211

6. Apazhev A.K., Shekhikachev Yu.A., Fiap-shev A.G. Razrabotka i issledovanie bioreakto- ra dlya polucheniya bioudobreniya i biogaza // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrar-nogo universiteta. – 2016. – T. 11. – № 2 (40).

– S. 60-63.

7. Optimizaciya parametrov i rezhimov ra- boty biogazovoj ustanovki dlya dostizheniya maksimal'nogo vyhoda biometana / A.G. Fiap-shev, M.M. Hamokov, O.H. Kil'chukova,

B.B. Temukuev, B.A. Fiapshev // Energobezo- pasnost' i energosberezhenie. – 2021. – № 3. –S. 41-45.

8. Matematicheskoe opisaniye teploobmenav biogazovoj ustanovke / A.G. Fiapshev, M.M. Hamokov, O.H. Kil'chukova, B.A. Fiap- shev // Energobezopasnost' i energosberezhenie. – 2020. – № 6. – S. 40-43.

9. Kil'chukova O.H., Fiapshev A.G. Ener- geticheskaya ocenka biogazovoj ustanovki BGU-M // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrou- niversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2015. – № 3 (39). – S. 193-198.

10. Raschet teploobmennika metantenka biogazovoj ustanovki / O.H. Kil'chukova,

A.G. Fiapshev, M.M. Hamokov, B.B. Temu- kuev // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – T. 52. – № 4.

– S. 192-198.

11. Energeticheskoe obosnovanie ispol'zo- vaniya biogaza / A.G. Fiapshev , T.B. Temu- kuev, O.H. Kil'chukova, M.M. Hamokov // Iz- vestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogouniversiteta. – 2014. – T. 51. – № 4. – S. 207- 211