

А.М. Арифжанов, С.У. Жонқобилов, У.У. Жонқобилов Насос станцияси напорли қувурларининг гидравлик зарба таъсиридан ҳимоялашда диафрагмали ҳаволи-гидравлик қалпоқ параметрларини аниқлаш.....	76
Н. Маалем, Д.Р. Базаров, Ф. Каттакулов Динамика гидравлического сопротивления в зоне стеснения русла реки Амударья.....	80
А.М. Арифжанов, Л.Н. Самиев, М.Ю. Отахонов, Ф.К. Бабажанов Тиндиргичлар иш режимининг каналларни лойқа босишдан ҳимоялашга таъсири.....	86

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИШЛАРИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

Т.С. Худойбердиев, А.Н. Худоёров, Б.Р. Болтабоев, А. Абдуманнопов Боғдорчиликда кўчатлар қатор ораларидаги тупроққа ишлов берувчи комбинациялашган агрегат текислагичининг параметрларини асослаш.....	90
К.Д. Астанакулов, А.Д. Расулов Мош дони ўлчамларининг корреляциявий боғлиқлиги ва фракциявий тақсимотини аниқлаш.....	95
А.К. Игамбердиев, Э.Т. Фармонов Чўл яйлов озуқабоп ўсимликларининг уруғларини экишда тупроқни юмшатадиган ишчи қурол параметрларини асослаш.....	100

ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

Н.А. Холиқова, А.С. Рустамов, А.К. Шарипов Ўзбекистон ҳудудида қишлоқ хўжалиги автоном транспорт воситалари (тракторлари)да Эроглонасс навигация тизимларидан фойдаланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш.....	106
А.М. Усманов, А.М. Нигматов Автоматизация управления и защиты от подтопления машинного зала насосных станций.....	111
Ш.Р. Убайдуллаева, Ш.Р. Рахмонов Кечикишга эга автоматик бошқариш тизимларнинг шарҳи.....	115
А.А. Турдибоев, Ш.Б. Юсупов, Д.М. Акбаров Техник чигитдан пахта мойи олишда мавжуд муаммолар ва уларнинг ечишда электро технологик усуллардан фойдаланиш.....	118
Ш.У. Йўлдошев, С.О. Холова Аграр тизими хўжаликларидеги машина ва механизмлар ресурсидан тўлиқ фойдаланиш муаммолари.....	123
Ш. Имомов, К. Усмонов, Н. Имомова, В. Тагаев Расчет нагревателя биогазовых установок работающей на птичьем помёте.....	128
Ш.Р. Рахмонов, Ш.Р. Убайдуллаева Математическое моделирование технологического процесса культивирования хлореллы.....	132
Р.К. Джамолов Пахта уруғлик чигитини дорилагич чигит дозаторининг ўтказувчанлик хусусиятини аниқлаш.....	135

УДК: 631.22.018.001.5

РАСЧЕТ НАГРЕВАТЕЛЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК РАБОТАЮЩЕЙ НА ПТИЧЬЕМ ПОМЁТЕ

Ш. Имомов - д.т.н. профессор, К. Усмонов - старший преподаватель, Н. Имомова - исследователь
В. Тагаев - исследователь, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

Статья посвящена проблемам анаэробной переработки органических отходов в Республике Узбекистан и в мировой практике, а также вопросам адаптации биогазовых установок климатическим условиям. Проведены расчеты подогревателя – теплообменника при обогреве биогазовых установок анаэробной переработки куриного помета. Одним из параметров биогазовых установок в анаэробном процессе является тепловой режим брожения который обеспечивается за счет подачи тепловой энергии извне на поддержание микробиологического процесса брожения. Проведен анализ и обобщены недостатки в системе отопления и меры по их устранению, дан расчет теплообменника биогазовых установок.

Ключевые слова: биогазовая установка, биогаз, птичий помёт, микробиология, метаногенез, теплота, нагрев

ТОВУҚ ГҲНГИДА ИШЛОВЧИ БИОГАЗ ҚУРИЛМАСИ ИСИТГИЧНИНГ ҲИСОБИ

Ш.Имомов - т.ф.д., профессор, К.Усмонов - катта ўқитувчи, Н.Имомова - илмий изланувчи

В.Тагаев - илмий изланувчи, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Аннотация

Мақолада Ўзбекистон Республикаси ва жаҳон амалиётида органик чиқиндиларни анаэроб қайта ишлов бериш муаммолари, шунингдек, биогаз қурилмаларининг иқлим шароитига мослашуви ва товуқ гўнгини анаэроб қайта ишлашида биогаз қурилмаларининг иситиш учун иситиш – иссиқлик алмаштиригичининг ҳисоби ёритилган. Анаэроб жараёнда ишловчи биогаз қурилмаларининг технологик параметрлари таҳлил қилиниб ферментациясининг термал режими ҳисобланиши ва бунда микробиологик ферментация жараёни мўътадил ишлаши учун ташқи иссиқлик энергияси талаб қилиниши келтирилган. Шунингдек, иситиш тизимидаги камчиликларни таҳлил қилиш ва умумлаштириш, уларни бартараф этиш чоралари, биогаз мосламаларининг иссиқлик алмашинуви ҳисоби берилган.

Таянч сўзлар: биогаз қурилмаси, биогаз, товуқ гўнги, микробиология, метаногенез, иссиқлик, иситиш.

CALCULATION OF THE HEATER OF BIOGAS INSTALLATIONS WORKING ON A LIVING LITTER

Sh. Imomov d.t.s., professor, K. Usmonov - senior lecturer, N. Imomova - researcher, V. Tagaev - researcher
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

Abstract

The article is devoted to the problems of anaerobic processing of organic waste in the Republic of Uzbekistan and in world practice, as well as to the adaptation of biogas plants to climatic conditions and the calculations of a heater - heat exchanger for heating biogas plants of anaerobic processing of chicken manure. One of the parameters of biogas plants in the anaerobic process is the thermal mode of fermentation, which is ensured by supplying thermal energy from outside to maintain the microbiological process of fermentation. The analysis was carried out and the shortcomings in the heating system and measures to eliminate them were generalized, the heat exchanger of biogas plants was calculated. Ecological and epidemiological indicators of the use of biogas plants are presented.

Key words: biogas installation, biogas, bird dropping, microbiology, methanogenesis, heat heating.

Введение. На круглом столе, организованного 26 февраля 2019 года по инициативе Министерства инновационного развития Республики Узбекистан и Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, а также Ассоциации «Предприятий альтернативных видов топлива и энергии» (АПАВТиЭ) обращено на то, что в республике большое внимание уделяется внедрению биогазовых технологий. Были отмечены Правительственные решения и Программа, утвержденная Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан 338 от 1 июня 2017 года «О мерах по расширению производства и внедрения биогазовых установок в республике в период 2017–2019 годы» решение которых было практически провалено. В программе было намечено в республике построить несколько биогазовых установок (БГУ) в разных регионах. В настоящее время ведутся определенные работы по выполнению правительственных решений по внедрению БГУ. Причинами пассивного внедрения БГУ в Регионе является желание некоторых «специалистов» при-

обрести за границей неосвоенные и неподходящие технологии анаэробного сбраживания органических отходов для климатических зон Республики Узбекистан [1].

Методика исследований и анализ существующей проблемы. Современные биогазовые установки - установки нового поколения, анаэробный процесс которых ускорен на порядок выше, чем обычные биогазовые установки [2]. Несмотря на недостаточную изученность состава органического отхода для предложенных установок анаэробной технологии в республике устанавливаются БГУ. Исследования и анализ разработанных в мире БГУ требует дополнительного изучения технологических параметров анаэробного процесса в месте их установок. Республика Узбекистан имеет резко континентальные климатические условия. Кроме этого анаэробизм в БГУ требует изучения загрузки его состава (органического отхода) и мест установки [3, 4, 5, 6, 7].

Одним из параметров БГУ в анаэробном процессе является тепловой режим брожения. Этот процесс достигается за счет подачи тепловой энергии извне на поддержание

микробиологического процесса брожения. При глубоком анализе анаэробно-органических отходов в микробиологии, от клетки (метанобразующих бактерий) требуется одновременное газообразование водорода и водорода входящего в состав молекулы воды, что еще более усложняет теплообмен при переработке органических отходов [2, 3, 8, 9, 10]. В большинстве случаев считают [11, 12, 13, 14, 15], что биомасса при анаэробном процессе выделяет тепло, однако эти микроорганизмы относительно новых микроорганизмов для своего роста, используют метиламины [14, 15, 16]. При этом выделяют незначительное количество тепла. Опыты и расчеты показывают, что на 1 кДж/моль CH_4 (метан) при $pH=7$ органические вещества затрачивают от 121,1 кДж/моль до 185,1 кДж/моль [2, 3].

Известно, анаэробный процесс многофакторный, процесс для оптимального протекания анаэробно-органических отходов в биореакторе получило широкое распространение в виду того, что оно транс стабильно. Однако при подогреве вновь загружаемой биомассы в биореакторе нельзя неучесть разницу температур нагреваемой биомассы теплоносителя-подогревателя. При этом большая разница подогреваемой биомассы с теплоносителем не выгодна с технической и экономической точки зрения. Разница температуры в теплообменнике в $9...10^\circ\text{C}$ приводит к налипанию шлака на его поверхность. Правильный учет условий теплообмена является важным моментом при переработке органических отходов, в том числе и птичьего помета.

В последнее время электрическое нагревание органических отходов в биореакторе получило широкое распространение в виду того, что оно транс стабильно. Однако при подогреве вновь загружаемой биомассы в биореакторе нельзя неучесть разницу температур нагреваемой биомассы теплоносителя-подогревателя. При этом большая разница подогреваемой биомассы с теплоносителем не выгодна с технической и экономической точки зрения. Разница температуры в теплообменнике в $9...10^\circ\text{C}$ приводит к налипанию шлака на его поверхность. Правильный учет условий теплообмена является важным моментом при переработке органических отходов, в том числе и птичьего помета.

При прохождении электрического тока в проводнике теплообменника выделяется тепло для нагревания биомассы. Если сила тока I ампер, падение напряжения E вольт и сопротивление проводника R ом, то согласно закону Джоуля-Ленца количество выделяющегося тепла равно:

$$Q = 0,86 \cdot IE = 0,86 I^2 R = 0,86 \cdot \frac{E^2}{R} \quad [\text{ккал/час}] \quad (1)$$

где: $0,86$ - тепловой эквивалент 1 втч (ккал/втч).

Следовательно, для выделения тепла при прохождении тока необходимо сопротивление, которое может быть образовано твердыми, жидкими и газообразными телами (в последнем случае образуется дуга).

Если l - длина проводника, m ; f - поперечное сечение проводника, мм^2 , ρ - удельное сопротивление, $\frac{\text{ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$; то сопротивление проводника определяется из соотношения:

$$R = \frac{\rho l}{f} [\text{ом}]$$

С возрастанием температуры t сопротивление R увеличивается, $R = R_0(1 + \beta \cdot t)$

где: R_0 - сопротивление при 0°C и β - температурный коэффициент.

При стационарном тепловом состоянии системы все тепло, выделившееся в нагревателе, передается в окружающую среду. Если при этом поверхность проводника равна F , его температура t_{sp} , температура подогреваемой биомассы $t_{мин}$ и коэффициент теплоотдачи, a то имеем:

$$Q = 0,86 \cdot I^2 R = \alpha \cdot F (t_{sp} - t_{мин}) \quad (2)$$

Это соотношение является основной расчетной формулой электрических теплообменников в тех случаях, когда температура биомассы $t_{мин}$ остается стационарной. Из формулы (2) можно найти любую из пяти величин I , R , a , F и t_{sp} , если заданы остальные четыре. Можно, например, определить силу тока, температуру проводника и его сопротивление. Если имеется проволочный нагреватель и требуется подобрать диаметр и длину проволоки, то необходимо знать, как через эти величины выражается поверхность охлаждения нагревателя. Пусть вся поверхность проволоки является поверхностью охлаждения, тогда

$$F_l = \pi \cdot d \cdot l \quad [\text{м}^2]; \quad F = \frac{\pi d^2}{4} \quad [\text{м}^2];$$

из уравнения (2) имеем:

$$t_{sp} - t_{мин} = \frac{0,86 \cdot I^2 R}{\alpha \cdot F_l} = \frac{0,86 I^2 \rho l}{10^6 \frac{\pi d^2}{4} \alpha \pi d l} = 350 \cdot 10^{-6} \frac{I^2 \rho}{\alpha d^3} \quad [^\circ\text{C}] \quad (3)$$

или, выражая d в мм, получим:

$$t_{sp} - t_{мин} = 350 \frac{I^2 \rho}{\alpha d^3} \quad [^\circ\text{C}] \quad (4)$$

Если же заданы t_{sp} и $t_{мин}$, то из последнего соотношения можно определить диаметр проводника, а именно:

$$d = \sqrt[3]{\frac{350 \cdot I^2 \rho}{\alpha (t_{sp} - t_{мин})}} \quad [\text{мм}] \quad (5)$$

При нестационарном состоянии, т.е. в процессе разогрева нагревателя, при условии постоянства температуры окружающей среды, температурный напор определяется следующей формулой:

$$t_{sp} - t_{мин} = \frac{0,86 I^2 R}{\alpha F_l} (1 - e^{-Gt}) \quad (6)$$

где: G - вес нагревателя, кг; C - удельная теплоемкость, ккал/кг $^\circ\text{C}$; t - время от начала процесса, час. Если при этом размеры проводника таковы, что изменением температуры по сечению пренебречь нельзя, имеем формулу:

$$\vartheta = \vartheta_0 \cdot e^{-\frac{Gt}{C}} \quad [^\circ\text{C}] \quad (7)$$

Расчетные формулы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] получены в предположении, что температура биомассы $t_{мин}$ постоянна (при перемешивании биомассы в биореакторе температура изменяется, этим можно пренебречь [16, 17, 18]. Если же нагреватель установлен в небольшом герметично закрытом биореакторе (термофильном или мезофильном режимах отклонения $\pm 2^\circ\text{C}$), то необходимо считаться с изменением температуры среды (когда идет суточная доза загрузки). Как известно биореакторы для переработки органических отходов сельского хозяйства имеют дополнительную емкость для подготовки исходной биомассы для суточной дозы загрузки (при непрерывном режиме процесса). В таких случаях, когда электрический нагреватель служит только для подогрева жидкости (в емкостях для предварительной подготовки биомассы для суточной загрузки), то определение ее температуры является одной из задач расчета. При таких случаях тепло, выделяемое в нагревателе, идет на изменение теплосодержания нагреваемой жидкости (98% влажностью) и на потери в окружающую среду. Если теплоемкость нагревателя по сравнению с теплоемкостью нагреваемой жидкости пренебрежимо мала, то уравнение теплового баланса за время d , имеет следующий вид:

$$0,86 I^2 R dt = G_1 c_1 dt_1 + k F_2 (t_1 - t_2) dt$$

или

$$G_1 c_1 dt_1 = [0,86 I^2 - k F_2 (t_1 - t_2)] dt \quad (8)$$

где: G_1 - количество нагреваемой биомассы с влажностью 98 %, кг; c_1 - удельная теплоемкость биомассы, ккал/кг $^\circ\text{C}$; t_1 - температура нагреваемой биомассы с влажностью 98 %, $^\circ\text{C}$; t_2 - температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$; k - коэффициент теплопередачи от нагреваемой жидкости в окружающую среду через поверхность F_2 (м^2), ккал/ м^2 час $^\circ\text{C}$; I - сила тока, а; R - сопротивление нагревателя, ом.

Если ввести обозначения

$$\frac{0,86 I^2 R}{G_1 c_1} = Au \quad \frac{k F_2}{G_1 c_1} = B$$

то уравнение (8) принимает вид:

$$dt = [A - B(t_1 - t_2)] d\tau \quad (9)$$

Разделяя переменные, имеем:

$$\frac{dt_1}{A - B(t_1 - t_2)} = \frac{1}{B} \frac{d[A - B(t_1 - t_2)]}{A - B(t_1 - t_2)} \quad (10)$$

Интегрируя это уравнение, получаем:

$$-\frac{1}{B} \ln [A - B(t_1 - t_2)] = \tau + C \quad (11)$$

При $\tau = 0$ $t_1 = t$ и $C = -\frac{1}{B} \ln A$ имеем,

$$-\frac{1}{B} \ln [A - B(t_1 - t_2)] + \frac{1}{B} \ln A = \tau$$

$$\text{или } \ln \left[1 - \frac{A}{B}(t_1 - t_2) \right] = -B\tau$$

$$1 - \frac{A}{B}(t_1 - t_2) = e^{-B\tau}$$

$$\text{Откуда } t_1 - t_2 = \frac{A}{B}(1 - e^{-B\tau}) = \frac{0,8612R}{KF_2} \left(1 - e^{-\frac{G_1 C_1}{G_2 C_2} \tau} \right) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (12)$$

Время, необходимое для нагревания биомассы с влажностью 98%, до температуры t_1 , определяется из уравнения:

$$\tau_1 = G_1 C_1 / kF_2 \ln [1 - kF_1 / 0,8612R(t_1 - t_2)] \text{ час} \quad (13)$$

При стационарном тепловом состоянии, т. е. при $\tau = \infty$, из уравнения (13) имеем:

$$(t_1 - t_2)_{\max} = \frac{0,8612R}{kF_2} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Зная коэффициенты теплоотдачи при расчете электрических нагревателей можно определить количество выделенного тепла по формуле:

$$Q = 0,86 \cdot IE = 0,86 I^2 R = 0,86 \cdot \frac{E^2}{R} \quad [\text{ккал} / \text{час}] \quad (14)$$

Формула (14) дает количество выделяемого тепла из теплообменника при переработке птичьего помета в анаэробных условиях

Выводы. Расчеты показывают, что при переработке жидких органических отходов животноводства, птицеводческих ферм и малых фермерских хозяйств, а также органических отходов пищевого производства на биогаз ежегодно можно получать в три раза больше энергии, чем производится в республике Узбекистан. Известно с проблемой утилизации органических отходов тесно смыкается другая - все более обостряющаяся - охрана окружающей среды, которая также требует интенсивной и рациональной переработки отходов животноводства. Концентрация птицеводства и животноводства, как известно, связана с проблемой утилизации органических отходов ферм. Целесообразность осуществления таких процессов определяют главным образом санитарно-эпидемиологические и в меньшей мере технические факторы. Предлагаемый метод оценки неисправностей и сбоев в работе биогазовых установок позволяет определять правильное направление поиска по симптомным сочетаниям (диагностирование и анализ анаэробного процесса) и устанавливать детальный диагноз при дальнейшей оценке для выявления самой причины (дифференциальный диагноз). Главным критерием выбора такого метода является сравнение суммарных затрат на предупреждение, выявление и устранение отказов и неисправностей нагревательных приборов встроенных во внутренней части биогазовой установки.

№	Адабиётлар	References
1	Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2015 йил 25 ноябрда "Республиканинг чорвачилик ва паррандачилик хўжаликлариди биогаз қурилмалари қуришни рағбатлантириш чора - тadbirlари тўғрисида" ги 343-сонли Қарори. Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами. - Тошкент, 2015. - 47-сон. - 599 б.	"Respublikaning chorvachilik va parrandachilik khuzhaliklarida biogaz qurilmalari qurishni rag'batlantirish chora - tadbirlari to'g'risida". [Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated November 25, 2015 № 343 "On measures to stimulate the construction of biogas installations in livestock and poultry farms of the Republic".] Collection of Laws of the Republic of Uzbekistan, 2015, No. 47, 599 p. (in Uzbek)
2	Imomov Sh. Technological foundations of the process of obtaining biogas and fertilizers from agricultural wastes. doctoral disser. (Dsc) Tashkent, 2017. 196 p.	Imomov Sh. Technological foundations of the process of obtaining biogas and fertilizers from agricultural wastes. doctoral disser. (Dsc) Tashkent 2017. 196 p.
3	Imomov Sh. Engineering Design Calculation of a Biogas Unit Recuperator Applied Solar Energy, September in Russian 2007, Volume 43, Issue 3. Pp. 196-197.	Imomov Sh. Engineering Design Calculation of a Biogas Unit Recuperator Applied Solar Energy, September in Russian 2007, Volume 43, Issue 3, Pp. 196-197.
4	Imomov Sh. Heat transfer process during phase back-and-forth motion with biomass pulse loading. Applied Solar Energy, June 2009, Volume 45, Issue 2. Pp. 116-119.	Imomov Sh. Heat transfer process during phase back-and-forth motion with biomass pulse loading. Applied Solar Energy, June 2009, Volume 45, Issue 2, Pp. 116-119.
5	Rahman, M.A., Moller, H.B., Saha, C.K., Alam, M.M. The effect of temperature on the anaerobic co-digestion of poultry droppings and sugar mill press mud (in Germany 2019) Biofuels. Pp. 274-284.	Rahman, M.A., Moller, H.B., Saha, C.K., Alam, M.M. The effect of temperature on the anaerobic co-digestion of poultry droppings and sugar mill press mud (in Germany 2019) Biofuels. Pp. 274-284.
6	Bres, P., Beily, M.E., Young, B.J., Gasulla, J., Butti, M., Crespo, D., Candal, R., Komilis, D. Performance of semi-continuous anaerobic co-digestion of poultry manure with fruit and vegetable waste and analysis of digestate quality: A bench scale study (in Britain 2018) Waste Management, 82, Pp. 276-284.	Bres, P., Beily, M.E., Young, B.J., Gasulla, J., Butti, M., Crespo, D., Candal, R., Komilis, D. Performance of semi-continuous anaerobic co-digestion of poultry manure with fruit and vegetable waste and analysis of digestate quality: A bench scale study (in Britain 2018) Waste Management, 82, Pp. 276-284.
7	Anthony C. The biochemistry of methylotrophs. - New York; London, 1982, 431 p.	Anthony C. The biochemistry of methylotrophs. - New York; London, 1982, 431 p.
8	Баркер М., Куч С., Буркер Л., Ароммер Б. Трансформация продуктов фотосинтеза. (Рига 1984), 984. - 249 с.	Баркер М. Transformatsiya produktov fotosinteza [Transformation of photosynthesis products] (Riga 1984) 984. 249 p. (in Russian)

9	Подача биомассы для термохимических реакторов - Дай Цзяньцзюнь, ЦуйХэпин, Джон Р. Грейс - "Прогресс в области энергетики и горения науки" 38 (2012). Pp. 716-736.	Day Siyamsiyun., Suy Xepin., R. Djon. Greys., <i>Podacha biomassiy dlya termokhimichiskikh reaktorov</i> "Progress v oblasti energetiki i gorenianauki" [Biomass feed for thermochemical reactors "Progress in Energy and Combustion Science"] 38 (2012) Pp. 716-736. (in Russian)
10	Williams A., Pollutants from the combustion of solid biomass fuels, Progress in Energy and Combustion Science 38, 2012, Pp. 113-137.	Williams A., et al., Pollutants from the combustion of solid biomass fuels, Progress in Energy and Combustion Science 38, 2012, Pp.113-137.
11	Willey J.M., Sherwood L.M., Woolverton C. Prescott's Microbiology. 8th ed. McGraw-Hill Companies Inc.; (inNew York and USA 2011). Microbial Interactions; .Pp. 713–728.	Willey J.M., Sherwood L.M., Woolverton C. Prescott's Microbiology. 8th ed. McGraw-Hill Companies Inc.; New York, USA: 2011. Microbial Interactions; Pp. 713–728.
12	Satyanarayana T, Raghukumar C, Shivaji S. Extremophilic microbes: Diversity and perspectives. Current Science. 2005; 89: Pp. 78-90.	Satyanarayana T, Raghukumar C, Shivaji S. Extremophilic microbes: Diversity and perspectives. Current Science. 2005; 89: Pp.78-90.
13	Дзюбан А.Н. Интенсивность микробиологических процессов круговорота метана в разнотипных озерах Прибалтики. Микробиология. – Россия. 2002. – 71-Вып. – С. 111-118.	Dzyuban A.N. <i>Intensivnost' mikrobiologicheskikh protsesov krugovorota metana v raznotipnykh ozerakh Pribaltiki</i> [The intensity of the microbiological processes of the methane cycle in different types of lakes in the Baltic Microbiology]. Россия. 2002. 71-edition. Pp. 111-118.(in Russian)
14	Панцхава Е.С. Биоконверсия солнечной энергии в газообменном топливе (метан) //Биоконверсия солнечной энергии. - Пуццино, (Рига 1984) - 68 - 79 с.	Patsxava Y.S. <i>Biokonversiya solnichnoy energii v gazoobimennom toplive (metan)</i> . [Bioconversion of solar energy in gas exchange fuel (methane) // Bioconversion of solar energy]. Pushchino, (Riga 1984). Pp. 68 -79. (in Russian)
15	Имомов Ш. Технологические основы рекуперации тепловых отходов биогазовых установок. – Ташкент: Фан, 2011. – 136 с.	Imomov SH. <i>Tekhnologicheskii osnovy rekuperatsii tekhplovyikh otxodov biogazovykh ustanovok</i> [Technological basis for the recovery of thermal waste from biogas plants. Tashkent: Fan, 2011. 136 p.
16	Имомов Ш., Усмонов К. Биогазовая установка и способ изменения теплового режима брожения // "Agro ilm" журна-ли, –Тошкент, 2012. – №3(23).	Imomov SH. Usmonov K. <i>Biogazovaya ustanovka i sposob izmeniya teplovogo rezhima brozheniya</i> [Biogas plant and method for changing the thermal regime of fermentation]. Journal "Agro ilm".Tashkent, 2012, No3(23). (in Russian)
17	Using of renewable energy sources. Agricultural energy resources - collective work edited by B. Wheeler and M. Matyka. A. 2011 16.02.2011.	Using of renewable energy sources. Agricultural energy resources - collective work edited by B. Wheeler and M. Matyka. A. 2011 16.02.2011.
18	Biomass feed for thermochemical reactors - Dai Jianjun, TsuiHeping, John R. Grace - "Progress in the field of energy and combustion of science" 38 (2012). Pp. 716-736.	Biomass feed for thermochemical reactors - Dai Jianjun, TsuiHeping, John R. Grace - "Progress in the field of energy and combustion of science" 38 (2012). Pp.716-736.
19	Bulatov, N.K., Sarzhanov, D.K., Elubaev, S.Z., Suleymenov, T.B., Kasymzhanova, K.S., Balabayev, O.T. Model of effective system of processing of organic wastes in biogas and environmental fuel production plant (2019) Food and Bioproducts Processing, 115, Pp.194-207.	Bulatov, N.K., Sarzhanov, D.K., Elubaev, S.Z., Suleymenov, T.B., Kasymzhanova, K.S., Balabayev, O.T. Model of effective system of processing of organic wastes in biogas and environmental fuel production plant (2019) Food and Bioproducts Processing, 115, Pp. 194-207.
20	Williams A., et al. Pollutants from the combustion of solid biomass fuels, Progress in Energy and Combustion Science 38, 2012, Pp.113-137.	Williams A., et al., Pollutants from the combustion of solid biomass fuels, Progress in Energy and Combustion Science 38, 2012, Pp.113-137.
21	Karlstrom O., Brink A., Hupa M., Time dependent production of NO from combustion of large biomass char particles, Fuel 103, 2013, Pp. 524-532.	Karlstrom O., Brink A., Hupa M., Time dependent production of NO from combustion of large biomass char particles, Fuel 103, 2013, Pp.524-532.
22	Serafimov LA, Timoshenko A.V. Current state and prospects for the development of gas fractionation processes Science and technology of hydrocarbons. – 2000. – No4. Pp. 62-72.	Serafimov LA, Timoshenko A.V. Current state and prospects for the development of gas fractionation processes Science and technology of hydrocarbons. 2000. No4. Pp. 62-72.
23	Murina VI, Kislenco NN, SurkovaYu.V., etc. The technology of processing natural gas and condensate Reference publication. Bosom. Moscow, 2002. 518 p.	Murina VI, Kislenco NN, SurkovaYu.V., etc. The technology of processing natural gas and condensate Reference publication. Bosom.Moscow, 2002. 518 p.