

По разработанной технологической карте определена производственная себестоимость по каждой технологической операции и в целом по технологическому этапу. Производственная себестоимость включает прямые и косвенные расходы. *Прямые расходы* включают затраты на амортизацию основных средств; затраты на технический осмотр и ремонт основных средств, материальные затраты, затраты на оплату труда, отчисления на социальные нужды. *Косвенные расходы* – общепроизводственные и общехозяйственные затраты.

Затраты на амортизацию основных средств, а также на технический осмотр и ремонт основных средств определены способом списания стоимости пропорционально объему работ. Материальные затраты включают затраты на предметы труда, на оплату работ и услуг производственного характера: посадочный материал, удобрения, горюче-смазочные материалы, запчасти, средства защиты растений и др. Затраты на оплату труда определены из затрат на оплату труда основного производственного персонала организации, включая премии рабочим и служащим за производственные результаты, стимулирующие и компенсирующие выплаты. Затраты, связанные с отчислениями на социальные нужды, определены на основании обязательных страховых взносов по установленным законодательством нормам в государственный внебюджетный фонд социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь. Общепроизводственные и общехозяйственные затраты определены на основании удельных средневзвешенных показателей затрат по отрасли.

По результатам исследований разработана математическая модель «Bio willow», реализованная в пакете Microsoft Excel, позволяющая определить критерии экономической эффективности в зависимости от предлагаемой технологической карты.

Данный подход дает возможность выявить ряд технико-экономических показателей, а также обосновать выбор оптимальной технологии возделывания при сравнении альтернативных вариантов.

Предложенная модель достаточно успешно может быть адаптирована для других видов ивы, древесно-кустарниковых пород с коротким периодом роста, а также иной растениеводческой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

Бутько А. А. Оценка энергоемкости производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста ивы белой вида *Salix alba* / А. А. Бутько, В. А. Пашинский, О. И. Родькин // Энергоэффективность. – 2016. – № 6. – С. 24–27.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

MODELING OF THE TEMPERATURE OF PHOTOVOLTAIC SOLAR MODULES IN CONDITIONS OF BELARUS

А. А. Бутько, В. А. Пашинский, В. В. Ковшик
A. Butsko, V. Pashynsky, V. Kovshik

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
butko_andrei@mail.ru*

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Представлены результаты моделирования температуры фотоэлектрических модулей в условиях Беларуси, выполненные по регулярным метеорологическим данным ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр».

The results of modeling of the temperature of photovoltaic solar modules in conditions of Belarus are presented. The results are based on regular meteorological data of the State Institution «Republican Hydrometeorological Center».

Ключевые слова: фотоэлектрический солнечный модуль, температура воздуха, солнечная радиация, моделирование, температура фотоэлектрического солнечного модуля.

Keywords: photovoltaic, air temperature, solar radiation, modeling, photovoltaic cell temperature.

Следуя постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248 об утверждении Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 гг., предусмотрено внедрение фотоэлектрических станций суммарной электрической мощностью не менее 250 МВт и отдельных фотоэлектрических модулей для электроснабжения обособленного потребляющего оборудования.

Целью исследований является моделирование температуры фотоэлектрических солнечных модулей в климатических условиях Беларуси.

В качестве исходного материала использована выборка срочных метеорологических данных температуры воздуха МС Борисов ($\varphi = 54,23^\circ$ с. ш., $\lambda = 28,45^\circ$ в. д.) за период 2006–2016 гг., а также поступления солнечной радиации ОМН Минск ($\varphi = 53,92^\circ$ с. ш., $\lambda = 27,65^\circ$ в. д.) за период 2006–2016 гг.

Продолжительность светлой части суток, время восхода и захода Солнца рассчитана по методике «Национального управления океанических и атмосферных исследований» (NOAA) США. Часовое распределение прямой и рассеянной солнечной радиации определено по уравнению Коларес–Перейры. В качестве базового уравнения определения температуры фотоэлектрического солнечного модуля принята формула Росса.

Дискретность полученных графиков суточного хода температур и солнечной радиации, в зависимости от поставленных задач, варьирует от 1 с до 30 мин, что позволяет проводить развернутый анализ изменения температуры фотоэлектрического солнечного модуля.

Полученные результаты исследований могут быть востребованы при проектировании, моделировании и эксплуатации фотоэлектрических станций в условиях Беларуси.

По результатам исследований разработана математическая модель, реализованная в пакете Microsoft Excel, позволяющая определить не только температуру фотоэлектрических солнечных модулей ряда коммерческих технологий с различной обеспеченностью, но и их основные электрические характеристики.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ БИОМАССЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА BIOMASS PRETREATMENT FOR BIOGAS PRODUCTION IMPROOVEMENT

В. В. Величко, С. П. Кундас, М. В. Уласевич
V. Velichko, S. Kundas, M. Ulasevich

*Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь
myletterboxnax@mail.ru; kundas@tut.by
Belarusian National Technical University,
Minsk, Republic of Belarus*

Проведен анализ и исследование влияние методов предварительной обработки биомассы на выход биогаза. Показано, что каждый вид предварительной обработки имеет свои достоинства и недостатки. Не существует универсального метода, подходящего для всех субстратов. Необходимо для каждого конкретного субстрата проводить дополнительные исследования. Однако очевидно, что предварительная обработка значительно улучшает выход биогаза и ее использование может быть экономически целесообразно.

The analysis and investigation of the influence of biomass pretreatment methods on biogas yield is carried out. It is shown that each type of pretreatment has advantages and disadvantages. There is no universal method suitable for all substrates. It is necessary to conduct additional studies for each specific substrate. However, it is obvious that pre-treatment significantly improves the output of biogas and its use can be economically feasible.

Ключевые слова: биогазовые технологии, методы предварительной обработки субстратов, выход биогаза.

Keywords: biogas technologies, methods of substrates pretreatment, output of biogas.

Одним из способов улучшения эффективности биогазовых технологий является увеличение выхода биогаза из используемых субстратов. Известно, что отходы сельскохозяйственных культур (например, кукурузный силос или пшеничная солома) широко используются в качестве основного либо дополнительного субстрата при производстве биогаза. В случае использования данного типа субстратов биогаз образуется при разложении целлюлозы, гемицеллюлозы и крахмала. И если разложение крахмала происходит довольно легко, без какой-либо дополнительной обработки, то выработка биогаза из целлюлозы и гемицеллюлозы при нормальных условиях невозможна. Основными причинами, которые мешают микроорганизмам эффективно разлагать растительные субстраты, – это кристаллическая структура субстрата; низкая площадь контактной поверхности между субстратом и микроорганизмами; наличие ингибирующих (вредных) химических веществ, которые негативно влияют на жизнедеятельность микроорганизмов; образование плавающей корки и пены в процессе ферментации.

Нами проведен анализ влияния различных методов предварительной обработки субстратов на улучшение жизнедеятельности микроорганизмов в процессе ферментации биомассы и, соответственно, увеличение выхода биогаза. В настоящее время применяются нижеприведенные методы предварительной обработки субстратов.

Механическая обработка. Самый простой вид обработки, осуществляется при помощи различных дробилок и шредеров, которые измельчают субстрат, что увеличивает контактную поверхность для бактерий, образующих биогаз. При этом выход биогаза увеличивается на 15–25 % и значительно сокращается время фермента-