

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.371

**А.В. Бастрон, Т.Н. Бастрон,
М.П. Баранова, Н.В. Цугленок**

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

**A.V. Bastron, T.N. Bastron,
M.P. Baranova, N.V. Tsuglenok**

THE ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING BIOENERGY RESOURCES OF VEGETABLE ORIGIN IN KRASNOYARSK REGION

Бастрон А.В. – канд. техн. наук, доц., зав. каф. электроснабжения сельского хозяйства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: abastron@yandex.ru

Бастрон Т.Н. – канд. техн. наук, доц. каф. системозаэнергетики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: tbastron@yandex.ru

Баранова М.П. – д-р техн. наук, доц., зав. каф. системозаэнергетики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: marina60@mail.ru

Цугленок Н.В. – д-р техн. наук, проф., чл.-кор. РАН, член объединенного ученого совета СО РАН по сельскохозяйственным наукам Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: ntsuglenok@mail.ru

Bastron A.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Power Supply of Agriculture, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: abastron@yandex.ru

Bastron T.N. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Systems of Energetics, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: tbastron@yandex.ru

Baranova M.P. – Dr. Techn. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Systems of Energetics, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: marina60@mail.ru

Tsuglenok N.V. – Dr. Techn. Sci., Prof., Corresponding Member of RAS, Member of Integrated Academic Council SB RAS on Agricultural Sciences, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, S. Krasnoobsk. E-mail: ntsuglenok@mail.ru

Для оказания помощи сельскохозяйственным предприятиям в повышении компетентности управления энергетическим и экологическим состоянием сельских территорий необходимо разработать регламент по обращению с органическими отходами. Это позволит перейти на безотходную технологию ведения хозяйства, снизить плату за негативное воздействие на окружающую среду, повысить престиж предприятия, улучшить условия труда работников. Для этого необходимо знать, в каком количестве и какого качества производятся растительные отходы на территории края и какие теплогенераторы можно использовать для таких топлив. Превращение отходов растительного происхождения в доходы является, несомненно, актуальным вопросом. Цель исследования заключалась в анализе и оценке возможности использования растительных отходов в качестве энергетического ресурса.

В ходе исследования проведена оценка количества и качества растительных отходов: соломы, отходов лесной и лесоперерабатывающей отраслей. Установлено, что в Красноярском крае имеется большой потенциал биоэнергетических ресурсов. Растительные биоресурсы распространены по большинству районов края и могут быть использованы уже в настоящее время. Объем соломы, которую можно использовать как возобновляемое топливо, в Красноярском крае составляет порядка 1 697 001 т/год. Лесозаготовительная и деревообрабатывающая отрасли промышленности Красноярского края дают порядка 4 тыс. м³ растительных отходов, которые можно использовать для получения топливных брикетов. Определено энергоэффективное теплогенерирующее оборудование, которое позволяет использовать растительные отходы для нужд сельскохозяйственного производства. Для условий Красноярского края

рекомендованы газогенераторные котлы фирмы HERLT (Германия) и котлы завода отопительного оборудования и автоматики ZOTA (Красноярск).

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, биоэнергетика, солома, пеллеты, топливные брикеты, пеллетные котлы.

In increasing the competence of management of power and ecological condition of rural territories it is necessary to develop regulations according to the address with organic waste for assistance to agricultural enterprises. It will allow passing to waste-free technology of farming, to lower payment for negative impact on the environment, to increase prestige of the enterprise, to improve working conditions of workers. For this purpose it is necessary to know, in what quantity and quality vegetable waste in the territory of the region is made and what heat generators can be used for such fuels. The transformation of waste of phytogenesis into the income is, undoubtedly, topical issue. The research objective was the analysis and the assessment of possibility of using vegetable waste as energy resource. During research the assessment of quantity and quality of vegetable waste is carried out: straw, waste of forest and wood-processing branches. It is established that in Krasnoyarsk Region there is high potential of bioenergy resources. Vegetable bioresources are widespread on the majority of areas of the region and can already be used now. The volume of the straw which can be used as renewable fuel, in Krasnoyarsk Region makes about 1 697 001 tons/year. Logging and woodworking industries of Krasnoyarsk Region give about 4 thousand m³ of vegetable waste which can be used for receiving fuel briquettes. The power effective heat generating equipment which allows using vegetable waste for needs of agricultural production is defined. For conditions of Krasnoyarsk Region gas-generating coppers of HERLT firm (Germany) and boilers of the plant of heating equipment and ZOTA automatic equipment (Krasnoyarsk) are recommended.

Keywords: renewable energy, bioenergy, straw pellets, fuel briquettes, pellet boilers.

Введение. Активная хозяйственная деятельность человека и его нерациональное отношение к природе привели к множеству катастрофических климатологических изменений. Энергетика, ориентированная на сельские районы, должна способствовать использованию источников энергии, работающих на недорогих природных и возобновляемых видах топлива. Устойчивое развитие сельских районов во многом связано со спросом на электрическую и тепловую энергию и ее предложением, стимулированием процесса перехода на экологически безопасные и экономичные системы энергоснабжения сельских территорий. Это предполагает переход к диверсифицированным источникам энергии, обеспечивая использование возобновляемых ресурсов [1–5].

Значительные энергоресурсы требуются при производстве сельскохозяйственной продукции как в растениеводстве (дизельное топливо и бензин для тракторов и автомобилей, различные виды топлива и электрическая энергия для сушки зерна и обеспечения нужд перерабатывающей промышленности и т. д.), так и в животноводстве (обогрев сельскохозяйственных помещений, горячее водоснабжение, электрификация технологических процессов, переработка продукции животноводства).

Учитывая постоянный рост тарифов в сфере ЖКХ, отсутствие во многих сельских районах Красноярского края центрального газоснабжения, недостаточную пропускную способность и ветхость электрических сетей, большие затраты на энергообеспечение отдаленных районов Красноярского края, было бы более чем разумным использовать для получения тепловой и электрической энергии отходы сельского хозяйства. Одним из биоресурсов являются растительные отходы. Для оказания помощи сельскохозяйственным предприятиям в повышении компетентности управления энергетическим и экологическим состоянием сельских территорий необходимо разработать регламент по обращению с органическими отходами. Это позволит перейти на безотходную технологию ведения хозяйства, снизить плату за негативное воздействие на окружающую среду, повысить престиж предприятия, улучшить условия труда работников. Для этого надо знать, в каком количестве и какого качества производятся растительные отходы на территории Красноярского края и какие теплогенераторы можно использовать для таких топлив.

Цель исследования: анализ и оценка возможности использования растительных отходов в качестве энергетического ресурса.

Задачи исследования:

- провести количественную оценку растительных отходов – соломы, отходов лесной и лесоперерабатывающей отраслей;
- определить тип теплогенераторов, в которых возможно эффективное сжигание такого топлива.

Результаты исследования и их обсуждение. Рассмотрим некоторые аспекты энергетического использования биомассы применительно к Красноярскому краю. Поскольку Красноярский край имеет значительную протяженность с севера на юг (от северных морей до хакасских степей), то и растительные биоресурсы, пригодные для обеспечения нужд сельского хозяйства, в разных районах края различные.

Солома зерновых культур – очень энергоемкая биомасса, она является превосходной альтернативой традиционному топливу. Количество энергии в 1 литре дизельного топлива, в 1 м³ природного газа и в 2,4 кг соломы – одинаковое. Один рулон соломы диаметром 1,8 м и весом 330 кг заменяет минимум 140 л дизельного топлива или 140 м³ природного газа (табл. 1).

В Красноярском крае в период с 2012 по 2016 г. ежегодно производилось около 1 млн 700 тыс. т соломы (рис. 1).

Сравнение теплотворной способности энергоносителей

Энергоноситель	Теплотворная способность, МДж
Дизельное топливо, кг	42,0
Уголь каменный «Д», кг	30,5
Мазут, кг	40,2
Газ природный, м ³	31,7
Дрова березовые, кг	14,6
Солома пшеничная, кг	14,2

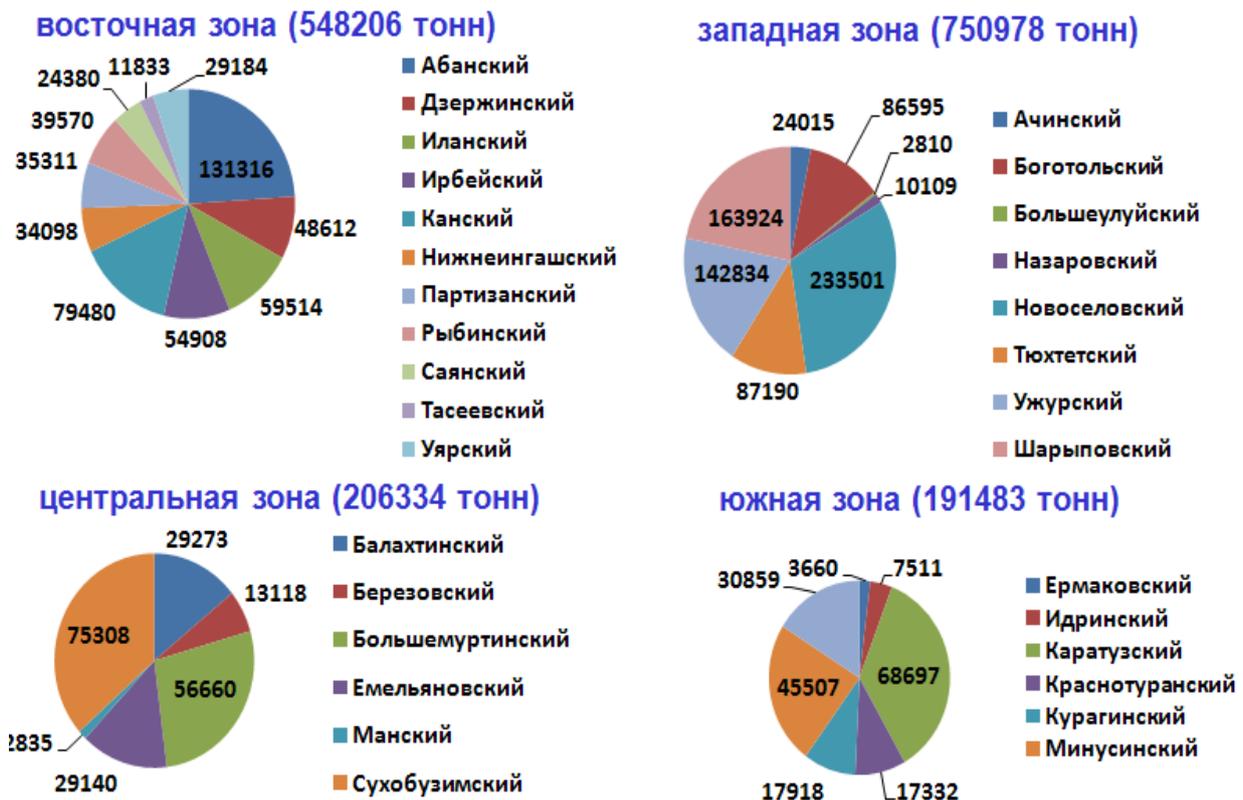


Рис. 1. Производство соломы по районам Красноярского края

Солому можно использовать в газогенераторных установках и котлах, когда ее сжигание наиболее энергоэффективно.

Крупнейшим мировым производителем газогенераторных котлов является фирма HERLT (Германия) (рис. 2). Оборудование и технологии указанной фирмы характеризуются передовыми конструктивными и теплотехническими решениями, обеспечивающими высокий КПД при непрерывной работе на соломе, дровах и отходах лесопереработки [6].

В таблице 2 представлены некоторые характеристики работы газогенераторного котла HERLT HSV 1000, тепловой мощностью 1 МВт, при сжигании различных топлив.

Таким образом, солома может быть эффективно использована как энергетическое топливо в газогенераторных котлах HERLT или в теплогенераторах с аналогичными характеристиками.

Другим значимым биоресурсом Красноярского края являются отходы лесной и лесоперерабатывающей отраслей.

Технико-экономическая оценка показала [5], что в результате лесохозяйственной деятельности в Красноярском крае образуются древесные отходы в объеме 4 419,53 тыс. м³ (табл. 3).

Отходы от лесозаготовительной деятельности обычно сжигаются на месте заготовки. Основное количество отходов от всего объема отходов от такой деятельности в крае приходится на районы: Кежемский – 28 %; Богучанский – 31; Енисейский – 13; другие районы – 28 %. Объемы отходов деревообрабатывающей деятельности предприятий Красноярского края представлены в таблице 4.



Рис. 2. Газогенераторный котел HERLT HSV 1000 [6]

Таблица 2

Сравнительные характеристики работы газогенераторного котла HERLT HSV 1000 [6]

Топливо	КПД процесса тепловой, %	Расход топлива в год
Дизельное топливо, т	80	743
Природный газ, м ³	87	1 080 000
Древесина 20 % влажности, м ³	90	5400
Уголь каменный «Д», т	88	806
Солома 20 % влажности, т	90	950

Таблица 3

Объем древесных отходов лесопромышленных и деревообрабатывающих предприятий Красноярского края [5]

Предприятия	Объем отходов, тыс. м ³
Лесозаготовительные	2 035,00
Деревообрабатывающие	2 384,53
Всего	4 419,53

Таблица 4

Объемы отходов деревообрабатывающих предприятий [5]

Отходы от деревообрабатывающей деятельности, тыс. м ³	Объем, тыс. м ³
Переработанные	1 541,25
Не переработанные	843,29

Основные предприятия, производящие переработку отходов в другие виды продукции, находятся:

- в г. Лесосибирске (ОАО «Лесосибирский ЛДК № 1», ЗАО «Новоенисейский ЛХК»);
- г. Красноярске (ЗАО «Красноярский ДОК», ООО «Енисейский ЦБК»);
- п. Ярки (ЗАО «Краслесинвест»);
- г. Кодинске (ООО «Приангарский ЛПК»);
- п. Верхнепашино (ООО «Сиблес Проект»);
- Березовском районе (ООО «ДОК «Енисей»);

– Енисейском районе (ОАО «Ангара Пейпа»).

Общий объем непереработанных отходов от деревообрабатывающей деятельности в крае приходится: на г. Лесосибирск – 38 %; г. Канск – 11; г. Кодинск – 35; п. Богучаны – 16 %.

Активную работу по замене отопительных котлов и теплогенераторов, работающих на угле, дизельном топливе, электрической энергии и газе на пеллетные и брикетные котлы в сельскохозяйственных районах Красноярского края, республике Хакасия и других регионах России ведет

генеральный директор ООО «Металлика» В.А. Колобухов (рис. 3). В настоящее время в Красноярском крае при непосредственном участии ООО «Металлика» (г. Красноярск) построено около двадцати заводов по производству пеллет и топливных брикетов [7].

Широкому использованию в Красноярском крае топливных брикетов и пеллет способствует то обстоятельство, что в Красноярске находится завод отопительного оборудования и автоматики ZOTA [8], выпускающий современные котлы мирового уровня, работающие на указанном топливе (рис. 4).



Рис. 3. Пеллетная горелка для зерносушилки [7]



Рис. 4. Пеллетный котел ZOTA (Красноярск, Россия) [8]

Заводом выпускаются модификации котлов мощностью от 15 до 100 кВт. Оборудование предназначено для отопления индивидуальных зданий жилого и производственного назначения площадью от 150 до 900 м² (в зависимости от мощности устанавливаемого агрегата). Особенности котлов Zota Pellet: автоматический электророзжиг и погодозависимое управление температурой.

Районы Красноярского края, в которых рекомендуется использовать газогенераторные установки и котлы на дро-

вах и древесных отходах в первую очередь (по значимости запасов древесных отходов): Северо-Енисейский, Енисейский, Туруханский, Богучанский, Казачинский, Абанский, Большемуртинский, Дзержинский, Минусинский, Мотыгинский, Пировский, Ирбейский.

Успешный перевод котельной на угле на газогенераторную котельную, работающую на дровах, осуществлен в школе с. Кирчиж Бирилюсского района (отапливаемая площадь 660 м²) (рис. 5).



Рис. 5. Газогенераторная котельная в школе с. Кирчиж Бирлюсского района

Выводы. Таким образом, в Красноярском крае имеется большой потенциал биоэнергетических ресурсов. Растительные биоресурсы распространены по большинству районов края и могут быть использованы уже в настоящее время. Объем соломы, которую можно использовать, как возобновляемое топливо, в Красноярском крае составляет порядка 1 697 001 т/год. Лесозаготовительная и деревообрабатывающие отрасли промышленности Красноярского края дают порядка 4 тыс. м³ растительных отходов, которые можно использовать для получения топливных брикетов.

Определено энергоэффективное теплогенерирующее оборудование, которое позволяет использовать растительные отходы для нужд сельскохозяйственного производства. Для условий Красноярского края рекомендованы газогенераторные котлы фирмы HERLT (Германия) и котлы завода отопительного оборудования и автоматики ZOTA (Красноярск).

Литература

1. Мурко В.И., Десягин В.Н., Баранова М.П. и др. Диверсификация источников энергии в сельском хозяйстве Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 11. – С. 103–109.
2. Бастрон А.В. Возможности биоэнергетики Красноярского края // Агротехнологии XXI века: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию основания Пермской ГСХА и 150-летию со дня рождения академика Д.Н. Прянишникова. – Пермь, 2015. – С. 8–13.
3. Баранова М.П., Бастрон А.В., Шахматов С.Н. и др. Комплексная технология переработки отходов сви-

- новодства для получения биогаза и органических удобрений для климатических условий АПК Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 1 (124). – С. 92–99.
4. Шерьязов С.К. Методология рационального сочетания традиционных и возобновляемых энергоресурсов в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011.
5. Бойко Е.А., Тимофеев В.Н., Бобров А.В. и др. Инвестиции в возобновляемую энергетику // Пояснительная записка к исследовательской работе «Техно-экономическая оценка возможности использования возобновляемых источников энергии на территории Красноярского края в разрезе муниципальных образований края». Т. 5. Биоэнергетика. – URL: <http://gkh24.ru/pages/view/61> (дата обращения: 26.12.2017 г.).
6. Промышленные котлы в Тульской области // котлы HERLT серии HSV на соломе. – URL: <http://bizorg.su/tulskaya-obl-rg/promyshlennye-kotly-r> (дата обращения: 26.12.2017 г.).
7. Пеллеты. Биотопливо // Производственная компания «Металлика». – URL: <http://www.teplomet.ru/pellet/> (дата обращения: 26.12.2017 г.).
8. Пеллетные котлы. Продукция // ZOTA. – URL: http://www.zota.ru/catalog/pelletnie_kotli (дата обращения: 26.12.2017 г.).

Literatura

1. Murko V.I., Delfagin V.N., Baranova M.P. i dr. Diversifikacija istochnikov jenerгии v sel'skom hozjajstve Sibiri // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 11. – S. 103–109.
2. Bastron A.V. Vozmozhnosti biojenergetiki Krasnojarskogo kraja // Agrotehnologii XXI veka: mat-ly Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvjashh. 85-letiju osnovanija Permskoj GSHA i 150-letiju so dnja rozhdenija akademika D.N. Prjanish-nikova. – Perm', 2015. – S. 8–13.
3. Baranova M.P., Bastron A.V., Shahmatov S.N. i dr. Kompleksnaja tehnologija pererabotki othodov svi-novodstva dlja poluchenija biogaza i organicheskikh udobrenij dlja klimaticeskikh uslovij APK Sibiri // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 1 (124). – S. 92–99.
4. Sher'jazov S.K. Metodologija racional'nogo sochetanija tradicionnyh i vozobnovljaemyh jenergoresursov v sisteme jenergosnabzhenija sel'skoho-zajstvennyh potrebitelej: avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2011.
5. Bojko E.A., Timofeev V.N., Bobrov A.V. i dr. Investicii v vozobnovljaemuju jenergetiku // Pojasnitel'naja zapiska k issledovatel'skoj rabote «Tehniko-jekonomicheskaja ocenka vozmozhnosti ispol'zovanija vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии na territorii Krasnojarskogo kraja v razreze municipal'nyh obrazovanij kraja». T. 5. Biojenergetika. – URL: <http://gkh24.ru/pages/view/61> (data obrashhenija: 26.12.2017 g.).
6. Promyshlennye kotly v Tul'skoj oblasti // kotly HERLT serii HSV na solome. – URL: <http://bizorg.su/tulskaya-obl-rg/promyshlennye-kotly-r> (data obrashhenija: 26.12.2017 g.).
7. Pellety. Biotoplivo // Proizvodstvennaja kompanija «Metallika». – URL: <http://www.teplotet.ru/pellet/> (data obrashhenija: 26.12.2017 g.).
8. Pelletnye kotly. Produkcija // ZOTA. – URL: http://www.zota.ru/catalog/pelletnie_kotli (data obrashhenija: 26.12.2017 g.).

УДК 631.03

С.И. Торопынин, М.С. Медведев

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА КОРРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ
ОБОРУДОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

S.I. Toropynin, M.S. Medvedev

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENT PARAMETERS ON CORROSION PROCESSES
OF LIVESTOCK FARMS EQUIPMENT

Торопынин С.И. – канд. техн. наук, проф. каф. механизации и технического сервиса в АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: misha_08_80@mail.ru

Медведев М.С. – канд. техн. наук, доц. каф. механизации и технического сервиса в АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: misha_08_80@mail.ru

Toropynin S.I. – Cand. Techn. Sci., Prof., Chair of Mechanization and Technical Service in AIC, Krasnojarsk State Agrarian University, Krasnojarsk. E-mail: misha_08_80@mail.ru

Medvedev M.S. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Mechanization and Technical Service in AIC, Krasnojarsk State Agrarian University, Krasnojarsk. E-mail: misha_08_80@mail.ru

Разработан метод определения скорости коррозии в зависимости от параметров и условий среды внутри животноводческих помещений. Целью исследования является установление зависимостей скорости коррозии металлических конструкций от типа лакокрасочного покрытия и параметров окружающей среды. Для достижения поставленной цели предложена зависимость количественного показателя скорости коррозии от состава и состояния среды. Основными компонентами, влияющими на скорость коррозии, выбраны концентрация диоксида серы, диоксида хлоридов и аммиака, а также относительная влажность и температура воздуха внутри животноводческой фермы. Предложенная модель позволила определить скорость коррозии деталей конструкции изделия и срок службы объекта в целом. Модель подтверждена экспериментально. Сов-

падение теоретических данных, найденных с помощью математических зависимостей и полученных опытным путем, подтверждает актуальность и работоспособность математической модели. Выявлена зависимость срока службы защитного лакокрасочного покрытия от интенсивности вибрации на разных участках защитных щитков. На первом участке глубина проникновения коррозии выше, чем на втором, а на втором выше, чем на третьем, это происходит из-за уменьшения вибрации на разных участках. Результаты исследования: 1) определено, что скорость коррозии металлоконструкций зависит от типа лакокрасочного покрытия, состава и состояния окружающей среды, таких как влажность, температура, концентрации примесей воздуха, своевременного проведения технических обслуживаний металлоконструкций, а также интенсивности вибрации;