

пусконаладочных работ Химзаводу понадобились значительные финансовые средства. Была подана заявка в КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» на участие в конкурсе научно-технических исследований, разработок, инновационных программ и проектов. По результатам конкурса проект вошел в программу фонда. Полученные средства были использованы на проектные и частично на строительные работы. В настоящее время мон-

тажные работы находятся в стадии завершения, в дальнейшем планируется пусконаладка и сдача комбинированной системы нагрева в эксплуатацию.

У специалистов Химзавода и ОАО «ВНИПИЭТ» нет сомнений, что установка сможет работать на полную мощность. На этом закончится первый этап запуска нефтехимического производства на Химзаводе – филиале ОАО «Красмаш». Впереди второй этап с другими, уже промышленными масштабами.

V. A. Vinogradov

MODERNISATION OF PETROCHEMICAL MANUFACTURE ON THE CHEMICAL PLANT – OPEN SOCIETY “KRASMASH” BRANCH

The chemical plant – branch of Open Society “Kras mash” throughout several years makes efforts to develop conversion (civil) production. Manufacture of woven polypropylene production is mastered; there is an output of different types of sealants. Manufacture of molding from polyethylene is mastered.

Decision to organize petrochemical manufacture was accepted in 2007. The contract with research-and-production association «Kataliz» to design the plant for oil refining according to new principles has been signed. Open Society ВНИПИЭТ has developed the project of small-volume chemistry production with all infrastructures: storages for oil, black oil, diesel fuel, gasoline, loading racks etc.

Keywords: the catalyst, thermal electric heating units, the furnace, a torch, power inputs.

© Виноградов В. А., 2010

УДК 662.73

В. Ф. Гаджиев, И. О. Михалев, С. Г. Степанов

УСТАНОВКА ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ – ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЗЕРНОСУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ*

Рассмотрен инновационный подход к энергообеспечению зерносушильных установок с заменой дизельного топлива газом из дешевых местных углей, позволяющий значительно повысить эффективность работы зерносушильных установок в Красноярском крае. В основу подхода легла технология газификации угля «Термококк-СГ». Выполнено экспериментальное исследование процесса слоевой газификации угля марки ЗБ разреза «Большеусьрский» (Красноярский край), на основе результатов которого разработана технологическая и конструкторская документация для типовой газогенераторной установки.

Ключевые слова: уголь, газификация, энергообеспечение, сушка, зерно.

Одной из важнейших характеристик зерна как товара является его способность к длительному хранению, определяемая прежде всего влажностью зерна, снижение которой до безопасных пределов обеспечивается сушкой.

Из-за сложных погодных условий в Красноярском крае в сушке нуждается около 80 % собираемого зерна. При среднем валовом сборе зерна в Красноярском крае в 2009 г. 2,4 млн т в год на сушку потребляется 25...30 тыс. т жидкого

топлива. При этом средняя стоимость реализации зерновых культур с 2000 по 2007 г. у производителей возросла на 55...60 %, а средняя стоимость основных видов топлива – на 150...300 %. По экспертным оценкам, из общего количества энергоресурсов, затраченных на производство зерна, прямые затраты на сушку достигают 30 %, а доля энергозатрат в себестоимости сушки зерна составляет 75...80 %.

Удельный расход дизельного топлива для сушки зерна на наиболее распространенных типовых зерносушиль-

* Работа выполнена при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» (соглашение о порядке целевого финансирования № 27 от 6 мая 2010 г.).

ных установках СОБ-50, ДСП-50 составляет примерно 1,25 кг на тонно-процент (приведенный расход тепла – 1 280 ккал/кг испаренной влаги, КПД сушки – 47 %). В период уборочных работ необходимо обеспечить сушку в среднем от 14 до 24 % зерна. Таким образом, удельный расход дизтоплива на 1 т зерна составляет примерно 10 кг, или 150 руб./т при цене дизтоплива около 15 тыс. руб./т (с доставкой и скидкой 10 % на ГСМ для сельхозпроизводителей).

Традиционный метод экономии тепловой энергии за счет повышения КПД сушки с нынешних 45...50 % до теоретически возможных 65...70 % экономически неэффективен. Снижение издержек на сушку может быть достигнуто только при переводе зерносушильных установок на использование радикально более дешевых топлив.

Наиболее перспективным и дешевым видом топлива в Красноярском крае являются бурые угли Канско-Ачинского бассейна (КАБ), стоимость которых составляет в среднем 300...600 руб./т. Стоимость тонны условного топлива (ТУТ) в виде дизтоплива превосходит стоимость ТУТ в виде бурого угля КАБ с учетом доставки на большинство сельхозпредприятий Красноярского края более чем в 10 раз.

Возможны два варианта применения угля для сушки зерна.

Первый вариант – это прямое сжигание угля с использованием дымовых газов для нагрева теплоносителя (воздуха), применяемого для сушки зерна. При этом возникает ряд проблем. Во-первых, угольный предтопок должен располагаться в непосредственной близости от зерносушильной установки – в пределах эффективной транспортировки большого объема теплоносителя в сушилку (не далее 10...20 м). На это не всегда возможно из-за стесненной территории предприятия. Во-вторых, угольный предтопок обладает низкой маневренностью. Для вывода его из холодного состояния в рабочий режим требуется несколько часов, а нахождение в «горячем резерве» ведет к перерасходу угля. В-третьих, этот вариант достаточно затратен: оценки показывают, что инвестиции в перевод сушилки с дизтоплива на прямое сжигание угля составят около 13 млн руб., а срок окупаемости – не менее пяти с половиной сезонов.

Второй вариант – это газификация угля с использованием получаемого горючего газа для нагрева теплоносителя. Процесс газификации угля – это высокотемпературное (900...1 100 °С) превращение органической массы угля в газообразные вещества (CO , H_2 , CH_4 , CO_2 , H_2O , N_2) при взаимодействии с кислородом воздуха в условиях недостатка окислителя. Зерносушилка комплектуется газогенераторной установкой, которая может быть размещена в пределах эффективной транспортировки горючего газа к сушилке (до 200...300 м). Газификатор угля обладает высокой маневренностью: из холодного состояния в рабочий режим он выводится за 30 мин и может до 3 сут находиться в «горячем резерве» без подачи дутья, т. е. без потребления угля. Удельные капитальные затраты на установку тепловой мощностью 3,8 Гкал/ч составляют около 7 млн руб., т. е. газогенераторная установка более чем вдвое дешевле угольного предтопка такой же тепловой мощности, а срок ее окупаемости при аналогичных условиях составит два сезона.

Таким образом, оснащение зерносушилок газогенераторными установками с целью замещения дизтоплива горючим газом из угля является единственным приемлемым способом повышения энергоэффективности сушки зерна и снижения затрат на производство зерновой продукции.

Для разработки конструкторской документации типовой газогенераторной установки было выполнено экспериментальное исследование процесса газификации угля марки ЗБ разреза «Большесырский» (Балахтинское месторождение КАБ) по инновационной технологии «Термококк-СГ». В основу этой технологии положен процесс газификации угля на воздушном дутье в режиме обратной тепловой волны, защищенный российскими и зарубежными патентами [1–4]. Суть эффекта обратной тепловой волны состоит в том, что в слое угля при определенных режимах подачи дутья фронт горения может смещаться не только в направлении потока газифицирующего агента (дутья), но и против потока [5]. В традиционных газификаторах и в слоевых топках фронт горения смещается в одном направлении с потоком газифицирующего агента. Зона пиролиза в этом случае расположена за зоной горения, поэтому продукты термического разложения угля (сажа, смолистые вещества, канцерогены, фенолы и другие токсичные вещества), загрязняют газ и поступают в атмосферу. Когда же фронт горения смещается навстречу дутью, то зона пиролиза находится перед зоной горения и продукты пиролиза разлагаются в высокотемпературной зоне термохимических превращений. Вследствие этого технология «Термококк-СГ» отличается высокой экологической безопасностью.

Экспериментальный газификатор представляет собой вертикальный реактор шахтного типа периодического действия со стационарным слоем дробленого угля, в котором зажигание слоя осуществляется сверху, а подача воздуха – снизу. При определенных условиях спустя некоторое время после зажигания в верхней части слоя формируется тепловая волна, которая затем перемещается навстречу дутью с примерно постоянной скоростью. Для измерения температуры слоя угля внутри засыпки равномерно размещены стационарные ХА-термомпары. Одновременно с помощью газоанализатора выполняется непрерывный анализ продуктового газа. Варьируемым параметром при проведении экспериментов является расход дутьевого воздуха, фракционный состав угля сохраняется постоянным.

Целью серии экспериментов являлось достижение максимума выхода горючего газа с наибольшей калорийностью. В результате обработки данных серии экспериментов по газификации угля в плотном слое был найден оптимальный режим работы газификатора при производстве горючего газа, определены соответствующие технологические параметры, материальный и тепловой балансы процесса, характеристики полученных продуктов (см. таблицу).

В результате исследований было установлено, что газ из большесырского угля, имеющий калорийность 905 ккал/м³, может успешно использоваться в качестве топлива в процессах сушки зерна, стройматериалов и т. п., а также при обжиге кирпича, извести.

Полученные результаты явились основой для разработки технологической и конструкторской документации установки по газификации большесырского угля. Запуск первого образца инновационной газогенераторной установки, созданный по заказу ООО «Сибуголь» (Красноярск), состоялся 12 ноября 2010 г. в поселке Балахта.

Библиографические ссылки

1. Пат. 2287011 Российская Федерация, МПК С 10 J 3/68. Способ слоевой газификации угля / С. Р. Исламов, С. Г. Степанов, А. Б. Морозов. № 2005124137/04 ; заявл. 29.07.2005 ; опубл. 10.11.2006, Бюл. № 31.
2. Пат. 2299901 Российская Федерация, МПК С 10 В 47/04, С 10 В 53/08, С10J 3/20. Устройство для переработки

твердого топлива / С. Р. Исламов, С. Г. Степанов, А. Б. Морозов. № 2005123736/15 ; заявл. 27.07.2005 ; опубл. 27.05.2007, Бюл. № 15.

3. Евразийский пат. 007798. МПК С10В 49/10. Способ слоевой газификации угля / С. Р. Исламов, С. Г. Степанов, А. Б. Морозов (Рос. Федерация). № 200801920 ; заявл. 25.10.2005 ; опубл. 27.02.2007, Бюл. ЕАПО 1.

4. Евраз. пат. 008111, МПК С 10 В 47/04, С 10 В 53/08, С 10 J 3/20. Устройство для переработки твердого топлива / С. Р. Исламов, С. Г. Степанов, А. Б. Морозов (Рос. Федерация). № 200501921 ; заявл. 25.10.2005 ; опубл. 27.04.2007, Бюл. ЕАПО 2.

5. Исламов С. Р. Энерготехнологическая переработка угля. Красноярск : Поликор, 2010.

Результаты экспериментов по газификации угля в плотном слое

| Параметр | Значение |
|--|----------|
| Выход коксозольного остатка, % от массы угля | 12,0 |
| Удельный выход влажного газа на тонну угля, $\text{нм}^3/\text{т}$ | 3 398 |
| Состав газа, %: | |
| CO | 16,0 |
| H ₂ | 14,8 |
| CO ₂ | 8,5 |
| CH ₄ | 0,5 |
| N ₂ | 55,1 |
| H ₂ O | 5,1 |
| Удельная теплота сгорания газа без осушения, $\text{ккал}/\text{нм}^3$ | 905 |
| Температура газа на выходе из газификатора, °С | 600 |
| Расход воздуха на сжигание 1 нм^3 влажного газа, нм^3 (коэф. изб. возд. $\alpha = 1$) | 0,940 |

V. F. Gadjiev, I. O. Mikhalev, S. G. Stepanov

COAL GASIFICATION UNIT – INNOVATIVE SOLUTION FOR ENERGY SUPPLY OF GRAIN DRYERS IN KRASNOYARSK REGION

Innovative approach to energy-supply of grain dryers is developed. The approach assumes substitution of diesel fuel with gas generated from cheap local coals and allows to increase operating efficiency of grain dryers at Krasnoyarsk region. The approach is based on “Termokoks-SG” coal gasification technology. Experimental research of fixed-bed coal gasification process for “Bolshesyrskiy” brown coal of Krasnoyarsk region was carried out. Based on results of the research, design and structural documentation for a typical coal gasification unit was developed.

Keywords: coal, gasification, energy-supply, drying, grain.