



УДК 622.794.4

**В. В. ЛИХОЛАП, А. В. ЩЕРБИЧ** (ОАО «Белгорхимпром»)

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СУШКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ



**В. В. ЛИХОЛАП,**  
главный инженер



**А. В. ЩЕРБИЧ,**  
начальник отдела,  
канд. техн. наук

*Представлено техническое решение, направленное на повышение энергетической эффективности сушки концентрата хлорида калия в сушильных барабанах при производстве калийных удобрений.*

**Ключевые слова:** концентрат KCl, сушка, дымовые газы, сушильный барабан, газотурбинный двигатель, комбинированное производство тепловой и электрической энергии, топливно-энергетические ресурсы.

Одним из этапов производства калийных удобрений является сушка KCl-концентрата дымовыми газами. Наиболее распространенным способом является его сушка в барабанных сушильных установках. При этом доля топлива, потребляемого в данном процессе, достигает ~50 % всего расхода топлива и ~15 % всех потребляемых энергоресурсов горно-обогатительного комбината по производству KCl, в связи с чем энергосбережение на стадии сушки входит в число основных направлений повышения энергоэффективности производства калийных удобрений.

Традиционно сушка KCl-концентрата влажностью ~6,5 % осуществляется в сушильных установках, состоящих из топки с газомазутной горелкой мощностью 7 МВт и барабанной сушилки производительностью до 100 т/ч. Теплоносителем служат дымовые топочные газы, образующиеся в результате сжигания в топке природного газа или мазута. Дутьевым вентилятором дымовые газы в смеси с дополнительным воздухом подаются в сушильный барабан.

С целью удаления дымовых газов с температурой 120 °С и обеспечения аэродинамического режима процесса сушки на каждый сушильный

барабан установлен дымосос. Дымовые газы после двух стадий пылегазоочистки удаляются в атмосферу через дымовые трубы. В сушильном отделении смонтировано пять сушильных установок. В зависимости от загрузки производства в работе попеременно находятся две или три установки.

Для совершенствования существующей технологической системы теплоснабжения специалисты ОАО «Белгорхимпром» предложили параллельно действующим топочным устройствам применить газотурбинную установку (ГТУ). Ее назначение заключается в снижении себестоимости основной продукции за счет повышения эффективности использования топлива путем комбинированной выработки электроэнергии и утилизации остаточной теплоты отходящих газов газотурбинного двигателя в процессе сушки концентрата хлористого калия при сохранении производственных показателей.

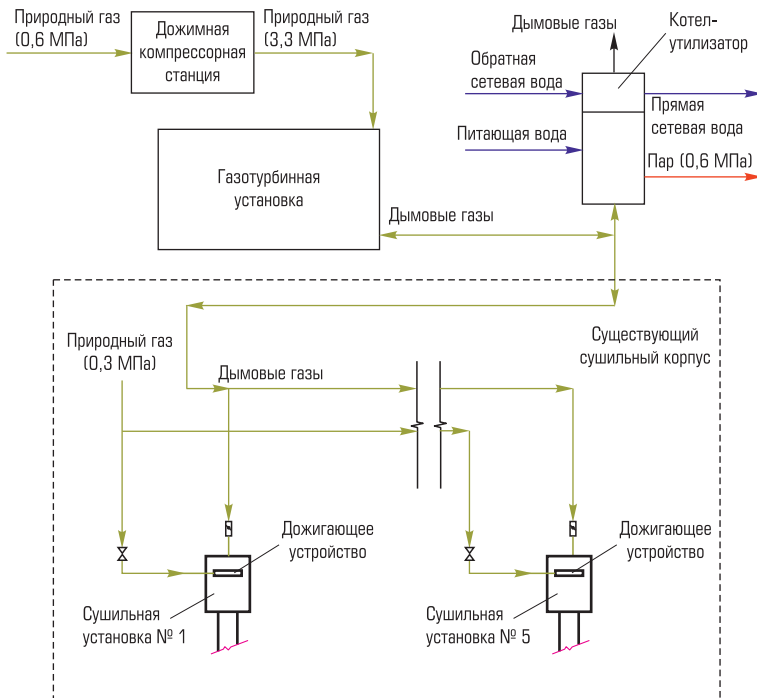
Структурная технологическая схема сушки KCl в барабанных сушильках с применением ГТУ показана на **рис. 1**.

В качестве сушильного агента используются выхлопные газы газотурбинной установки (температура ~500 °С), которые догреваются до необходимой температуры ~700 °С дожигающими устройствами. Сушильный агент, направляемый в сушильные ба-

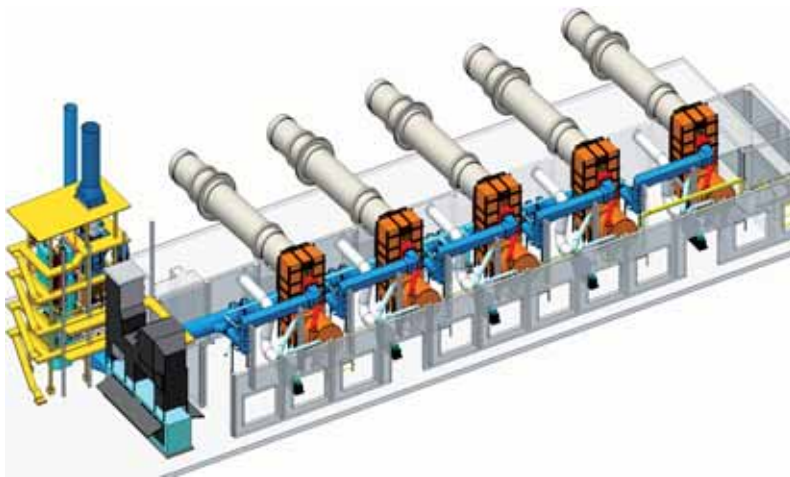
### Расчетные показатели энергоэффективности энерготехнологического модуля (ЭТМ)

Показатель	Без ЭТМ	С ЭТМ
Годовой объем производства продукции, млн т	2	2
Расход газа на сушку, т у. т.	20966	7986
Расход газа в ГТУ, т у. т.	–	21730
Собственное производство электроэнергии, млн кВт·ч	–	56803
Обобщенные энергозатраты, т у. т.	316425*	273063
Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии ГТУ, т у. т/(кВт·ч)	–	128
Удельный расход топлива на отпуск теплоты, кг у. т/Гкал	154,5	154,5
Энергоемкость производства, т у. т/тыс. т	34,4	14,1
Снижение энергоемкости производства, %	–	12
Экономия ТЭР, тыс. т у. т в год	–	43,4*
Простой срок окупаемости затрат на оборудование (14,5 млн долл. США) за счет экономии ТЭР, лет	–	3,7

\* Обобщенные энергозатраты в варианте без ЭТМ рассчитаны с учетом рыночного удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии (0,923 кг у. т/(кВт·ч)).



**Рис. 1. Технологическая схема сушки KCl в барабанных сушилках с применением газотурбинной установки**



**Рис. 2. 3D-модель энерготехнологического модуля сушки хлористого калия**

рабаны, должен обеспечивать сушку концентрата с производительностью, не меньшей, чем по существующей технологической схеме.

Выбор мощности оборудования для сушки концентрата (ГТУ и дожигающих горелок) выполнен на основе численной модели процессов теплообмена в сушильном барабане, разработанной авторами.

Избыточное тепло дымовых газов после ГТУ утилизируется в котле-утилизаторе и направляется потребителям на промышленной площадке в виде пара и горячей воды, замещая выработку тепла в существующей котельной.

\* Пат. 105367 РФ U1. Энерготехнологический комплекс / А. Д. Смышник, С. Ф. Шемет, П. П. Козлов, В. В. Лихолап, А. В. Щербич, С. Г. Шутин; заявл. 29.12.10; опубл. 10.06.11.

Предусматривается возможность работы энерготехнологического модуля в режиме сушки номинального объема концентрата дымовыми газами, полученными от горелок номинальной мощности, работающих на природном газе, в случае останова газовой турбины, а возможна также работа газовой турбины только на производство тепла в котле-утилизаторе в режиме теплофикационного энергоблока при останове процесса сушки. Допускается параллельная работа оборудования в обоих указанных выше режимах.

Энергетические параметры сушильного агента (массовый расход и температура) поддерживаются и регулируются, в зависимости от влажности высушиваемого материала и производительности сушильного оборудования, с помощью автоматизированной системы управления технологическим процессом сушки.

Регулирование и распределение массового расхода сушильного агента между сушильными барабанами и котлом-утилизатором осуществляют клапаны (шиберы), являющиеся исполнительными механизмами автоматизированной системы управления технологическим процессом сушки.

Газовая турбина приводит в действие привод генератора электрической энергии, включенного в энергосистему.

На энерготехнологический модуль в составе ГТУ и дожигающих устройств выдан патент\*.

Энерготехнологический модуль, внедренный в РУ-2 ОАО «Беларуськалий», состоит из дожимного компрессора, ГТУ электрической мощностью 7,3 МВт, котла-утилизатора паропроизводительностью 14 т/ч, системы газопроводов с дожигающими устройствами к сушильным барабанам. Помимо снабжения сушильного оборудования сушильным агентом, модуль вырабатывает электрическую и тепловую энергию, используемую для энергоснабжения рудоуправления.

На рис. 2 приведена 3D-модель внедренного энерготехнологического модуля.

На примере горно-обогатительного комбината производительностью 2 млн т калийных удобрений в год определены расчетные показатели энергоэффективности энерготехнологического модуля в режиме работы ГТУ (см. таблицу).

При этом понятие «рыночный удельный расход топлива на отпуск электроэнергии» определено как частное от деления стоимости электроэнергии (77 долл. США за 1 МВт·ч) на стоимость природного газа в условном топливе (84 долл. США за 1 т). Для рассматриваемого горно-обогатительного комбината оно составило 0,923 кг у. т/(кВт·ч).



Энергоэффективность рассматриваемого проекта с учетом определенного рыночного удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии возрастает за счет снижения энергоемкости производства, определенной по обобщенным энергозатратам на 12 % (см. таблицу).

Таким образом, энерготехнологический модуль обеспечивает существенное повышение энергоэффективности производства путем комбинированной выработки электроэнергии и использования остаточной теплоты отходящих газов газотурбинного двигателя

в процессе сушки концентрата хлористого калия и может быть применен при реконструкции и новом строительстве на горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятиях. **ГЖ**

*Лихолап Владислав Владимирович,  
тел. : + 375 (17) 283-24-05  
Щербич Антон Вячеславович,  
тел. : + 375 (17) 286-32-57*

**ENERGY EFFICIENT DRYING TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF POTASSIUM FERTILIZERS, USING GAS-TURBINE PLANT**

**Likholap V. V.**<sup>1</sup>, Chief Engineer, phone: +375 (17) 283-24-05

**Shcherbich A. V.**<sup>1</sup>, Head of Department of General Layout and Heat-and-Power Engineering Technologies, Candidate of Engineering Sciences

<sup>1</sup>«Belgorkhimprom» JSC (Minsk, Republic of Belarus)

This article gives the technical solution, directed on increasing of energetic efficiency of drying of potassium chloride concentrate in drying drums in the process of manufacturing of potassium fertilizers.

Installation of gas-turbine heat and electric energy engine in parallel to existing furnace units was offered at «Belgorkhimprom» JSC for replacement of existing fire gas technology by more efficient one.

Exhaust fume of gas-turbine unit (temperature is ~500 °С), which reached the required temperature (~700 °С) in reheat units is used as drying agent.

Drying agent, directed into drying drums, provides the drying of potassium chloride concentrate with productivity, which is no less than the productivity, obtained by existing technological scheme.

Gas turbine sets the electric energy generator drive in operation, taking into account the fact that this generator is simultaneously included into power supply system.

Excess heat of fire gas after gas-turbine unit is utilized in exhaust-heat boiler and is directed to consumers at the industrial area as steam and hot water.

Energotechnological module was introduced at the Mining Department No. 2 («Belaruskali» JSC).

This decision makes possible to decrease the costs on heat-energetic resources by 12%.

Payback period of costs on the basic equipment is ~4 years.

**Key words:** KCl concentrate, drying, fire gases, drying drum, gas-turbine engine, combined manufacturing of heat and electric energy, energy resources.

УДК 622.132:658.012.011.56

**С. Ф. ШЕМЕТ, М. Р. ТУРКО, Е. М. МИСЬКОВ** (ОАО «Белгорхимпром»)

**Б. А. ВИШНЯК** (НТЦ ООО «ЗУМК-Инжиниринг»)

**С. Ф. ВОЛЧОК** (ОАО «Беларуськалий»)

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ КАЛИЙНЫХ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК



**С. Ф. ШЕМЕТ,**  
генеральный директор,  
д-р техн. наук



**М. Р. ТУРКО,**  
зав. лабораторией,  
канд. техн. наук



**Б. А. ВИШНЯК,**  
начальник НТЦ,  
канд. техн. наук



**С. Ф. ВОЛЧОК,**  
начальник отдела



**Е. М. МИСЬКОВ,**  
научный сотрудник

Представлена концепция (модель) современного (модернизированного) обогатительного комплекса рудоподготовки и флотационного обогащения калийных руд с управлением технологическими переделами на основе локальных АСУТП, интегрированных в общую АСУ производством товарного концентрата.

**Ключевые слова:** калийные руды, рудоподготовка, дробление, усреднение, измельчение, обесшламливание, флотационное обогащение, сгущение, фильтрование, сушка, управление технологиями и производством, локальные АСУТП, интегрированная АСУП.

На основе анализа результатов многолетних исследований, опыта проектирования и эксплуатации калийных обогатительных фабрик ОАО «Беларуськалий» и ОАО «Уралкалий» [1–4] разрабо-

тана и предложена модернизированная технологическая схема переработки (обогащения) калийных солей (**рис. 1**), которую можно считать типовой как для действующих, так и новых ком-