

А.В. Николаев, Т.Р. Мифтахов

A.V. Nikolaev, T.R. Miftakhov

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА
ВОЗДУХОПОДГОТОВКИ НА ПРОЕКТИРУЕМОМ
РУДНИКЕ ГРЕМЯЧИНСКОГО
ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА**

**AUTOMATION OF PREPARATION AIR PROCESS
OF THE PROJECTED GREMYATCHINSK
MOUNTAIN PROCESSING PLANT**

Представлена разработка системы автоматизированной подачи воды из подземных резервуаров и котельной установки в калориферную установку проектируемого рудника Гремячинского горно-обогатительного комбината. Построение подобной системы позволит осуществлять подготовку воздуха при минимальном расходе энергоресурсов (природного газа).

This paper presents the development of an automated water supply from underground storage tanks and boiler installation in air heater installation projected Gremyatchinsk mountain processing plant. Building such a system will allow for the preparation of the air with a minimum of energy (natural gas).

Ключевые слова: калориферная установка, теплообменник, котельная установка, ресурсосберегающие технологии, геотермальная энергия земных недр, подземные резервуары.

Keywords: air heater plate, heat exchanger, boiler installation, energy saving technologies, geothermal subsurface, underground storage tanks.

Повсеместное внедрение ресурсосберегающих технологий позволяет снизить себестоимость продукции и увеличить прибыль предприятия. Калийные рудники потребляют колоссальный объем природного газа на подогрев подаваемого в стволы воздуха, температура которого по правилам¹ должна быть не ниже +2 °С. При проектировании вводимых в эксплуатацию рудников предпочтение отдается газовым калориферам, как наиболее экономичным (по цене

¹ Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом (ПБ 03-553-03). Сер. 03. Вып. 33.

газа и КПД теплообмена). Согласно Бюджетному посланию Председателя Правительства Российской Федерации Д.А. Медведева на 2013–2015 гг., сформированного на основании указа Президента РФ, увеличение цены на природный газ прогнозируется в 2015 г. на уровне 14,6–15 %. В связи с этим применение новых ресурсосберегающих технологий при воздухоподготовке на калийных рудниках является существенным резервом для снижения себестоимости продукции.

Система автоматизации. С целью сбережения энергоресурсов в системах вентиляции в России [1, 2] и за рубежом [3–6] все большее применение находит способ использования геотермальной энергии земных недр.

В работе [7] была предложена схема автоматизации подачи воды в калориферную установку, в которой будут использоваться водяные теплообменники (рисунок). Подача воды в калориферную установку по предложенной схеме будет осуществляться с котельной установки, всегда присутствующей на горно-обогатительном комбинате (ГОК) и из подземных резервуаров, вода в которых подогревается от стенок подземного горного массива.

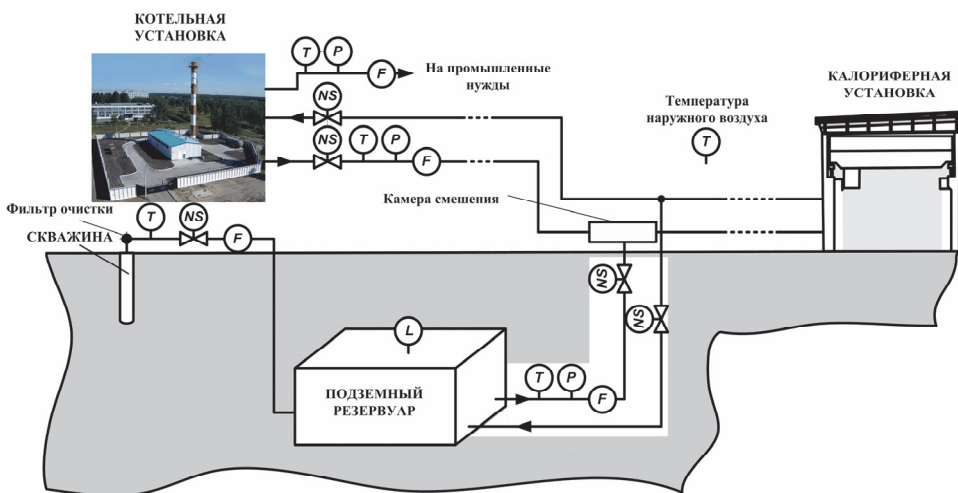


Рис. Схема автоматизации подачи воды в калориферную установку: F – датчик расхода; P – датчик давления; T – датчик температуры; L – датчик уровня; NS – привод задвижки

В максимально холодный период года в шахтную калориферную установку (ШКУ) теплоноситель будет подаваться с котельной. При снижении температуры наружного воздуха до значений, вызывающих перерасход теплоносителя, система автоматизации приступит к подаче воды из резервуаров, и в ШКУ начнет поступать уже смешанный поток воды. Резервуары будут пополняться водой из артезианских скважин, а излишки теплоносителя на выходе из котельной отправятся на промышленные нужды. Если же для подогрева воздуха в ШКУ достаточно будет подавать воду с температурой, рав-

ной температуре воды в резервуаре, подача воды от котельной и из скважин прекратится, а снабжение теплоносителем будет производиться только из подземных резервуаров.

Действующие калийные рудники обрабатываются на сравнительно небольшой глубине (400–500 м), где температура пород колеблется в пределах 7–11 °С. В связи с этим предложенная установка согласно расчетам [7] способна обеспечить подогрев воздуха, используя исключительно воду из подземных резервуаров температурой от –3 °С и выше.

В отличие от действующих в настоящее время калийных рудников, залегание полезного ископаемого на проектируемом руднике Гремячинского ГОК (Волгоградская область) согласно [8] располагается на глубине 1270 м. На такой глубине температура пород составляет порядка 34 °С [9, 10]. В связи с этим требовалось установить максимальную отрицательную температуру наружного воздуха, при которой калориферная установка, теплоноситель в которую будет подаваться только из подземных резервуаров, сможет обеспечивать подогрев воздуха до требуемого значения (+2 °С). Расчеты проводились согласно алгоритму, приведенному в работе¹, в которой в качестве водяных калориферов использовались воздухонагревательные блоки (ВНБ) КЦКП-100, производимые компанией «Вега»².

Вскрытие шахтного поля согласно [8] будет осуществляться двумя стволами: один воздухоподающий и один вентиляционный. Ввиду того, что воздухоподающий ствол будет являться клетевым (т.е. в его поверхностном комплексе практически будут отсутствовать подсосы внешнего воздуха), принималось, что весь воздух $Q_{\text{ш}} = 378,3 \text{ м}^3/\text{с}$ будет проходить через ШКУ.

Температура воздуха на выходе из калориферной установки ($t_{\text{кв}}$), выполненной на базе ВНБ КЦКП-100, с учетом установки в них двух теплообменников ВНБ 243.1-163-200-04-1,8-02-2, и расход воды из подземных резервуаров (W) при температуре теплоносителя 34 °С и различных значениях температуры наружного воздуха ($t_{\text{нар}}$) приведены в таблице. Данные таблицы показывают, что температуры воды, нагретой в подземных резервуарах до температуры 34 °С, будет достаточно, чтобы подогревать подаваемый в ствол рудника воздух даже при температуре –36 °С. Однако при этом потребуются колоссальный объем воды, закачиваемый в установку из подземных резервуаров, а следовательно, большие емкости самих резервуаров. В то же время: плюсы неоспоримы: подогрев воды в резервуарах произво-

¹ Разработка исходных данных для проектной документации на строительство Усольского калийного комбината. Исходные данные для разработки проектной документации на проветривание рудника. Этап договора № 467-суб-3/2009/185 / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2009. – 52 с.

² «Вега». Каталог продукции. Кондиционер центральный каркасно-панельный. Вып. 1 (редакция № 10 от 01.04.2009 г.).

Значение температуры наружного воздуха и расход воды, подаваемой из подземных резервуаров в ШКУ, обеспечивающий подогрев воздуха до температуры 2,1 °С

$t_{нар}, °C$	$W_1^*,$ кг/с	$W_2^{**},$ кг/с	$t_{нар}, °C$	$W_1^*,$ кг/с	$W_2^{**},$ кг/с	$t_{нар}, °C$	$W_1^*,$ кг/с	$W_2^{**},$ кг/с	$t_{нар}, °C$	$W_1^*,$ кг/с	$W_2^{**},$ кг/с
1	0,3	4,2	-9	4,4	61,6	-19	9,6	134,4	-29	17,8	249,2
0	0,5	7	-10	4,8	67,2	-20	10,3	144,2	-30	18,8	263,2
-1	1,0	14	-11	5,3	74,2	-21	11,0	154	-31	19,9	278,6
-2	1,9	26,6	-12	5,7	79,8	-22	11,7	163,8	-32	21,1	295,4
-3	2,3	32,2	-13	6,3	88,2	-23	12,4	173,6	-33	22,2	310,8
-4	2,6	36,4	-14	6,8	95,2	-24	13,2	184,8	-34	23,6	330,4
-5	2,9	40,6	-15	7,2	100,8	-25	14,0	196	-35	25,0	350
-6	3,3	46,2	-16	7,8	109,2	-26	14,9	208,6			
-7	3,6	50,4	-17	8,3	116,2	-27	15,8	221,2	-36	26,4	369,6
-8	4,0	56	-18	8,9	124,6	-28	16,7	233,8			

* Расход воды, подаваемой из подземного резервуара в один ВНБ КЦКП-100.

** Расход воды, подаваемой из подземного резервуара в калориферную установку (состоит из 14 ВНБ КЦКП-100).

дится от подземных горных пород – неисчерпаемого источника энергии. Если температуры воды, подаваемой в калориферную установку, будет недостаточно для нагрева воздуха до требуемой температуры, либо она не успеет нагреться, система автоматизации подключит подачу с котельной установки. При этом будет наблюдаться значительная экономия природного газа, расходуемого на подогрев воздуха в калориферной установке.

Список литературы

1. Калинин Ю.Я., Дубинин А.Б. Нетрадиционные способы получения энергии. – Саратов, 1983. – 70 с.
2. Васильев Г.П. Геотермальные теплонасосные системы теплоснабжения и эффективность их применения в климатических условиях России // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – М., 2007. – № 5. – С. 2–12.
3. Pierce V. Introduction to Geothermal Power, First Edition. The English Press, 2011. – 105 p.
4. Renewable Energy Focus Handbook / ed. by P. Breeze, A.V. Da Rosa, Academic press, Elsevier, 2009. – 519 p.
5. Определение эффективности шахтного геотермального теплообменника / И.Р. Венгеров, В.К. Костенко, О.Э. Толкачев, С. Салехирадж // Про-

блеми екології: загальнодержавн. наук.-техн. журнал. – Донецьк, 2008. – № 1. – С. 12–17.

6. Останчук О.Н., Стеценко В.Ю., Пяташкин Г.Г. Использование петрогеотермальной энергии Земли // Проблемы екології: загальнодержавн. наук.-техн. журнал. – Донецьк, 2008. – № 1. – С. 35–42.

7. Николаев А.В., Пьянков А.Ю. Автоматизированная ресурсосберегающая система подачи воды в калориферную установку шахты (рудника) // Научные исследования и инновации. – 2011. – Т. 5, № 4. – С. 60–63.

8. Специальные мероприятия по снижению температуры воздуха в руднике Гремячинского ГОК до нормативных показателей / ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий». – Пермь – Котельниково, 2011. – 18 с.

9. Моисеенко У.И., Смыслов А.А. Температура земных недр. – Л.: Недра, 1986. – 176 с.

10. Макаренко Ф.А., Поляк Б.Г., Смирнов Я.Б. Общие сведения о геотемпературном поле и методах его изучения // Тепловой режим недр СССР: сб. тр. – М.: Наука, 1970. – С. 80–97.

Получено 30.06.2014

Николаев Александр Викторович – кандидат технических наук, доцент, ПНИПУ, ГНФ, e-mail: nikolaev0811@mail.ru.

Мифтахов Тимур Ринатович – студент, ПНИПУ, ГНФ, гр. ЭАПУ-09, e-mail: timick_90@mail.ru.