

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерством образования и науки РФ прикладных научных исследований и экспериментальных разработок в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы». (Соглашение № 14.577.21.0238 от 03.10.2016 г., этап 2). Уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI57716X0238.

#### **Список использованных источников**

1. Королев А.Г. Ресурсосберегающая технология утилизации продувочной воды испарителей водоподготовительной установки ТЭС на базе электромембранных модулей: диссертация кандидата технических наук. – Казань: Казан. гос. энергет. ун-т, 2013.
2. Вафин Т.Ф. Разработка электромембранных методов утилизации высокоминерализованных жидких щелочных отходов ТЭС: диссертация кандидата технических наук. – Казань: Казан. гос. энергет. ун-т, 2013.
3. Заболоцкий В.И., Шудренко А.А., Гнусин Н.П. // Электрохимия, 1988. – Т. 24. – № 6. – С. 744.
4. Заболоцкий В.И., Никоненко В.В. Перенос ионов в мембранах. – М.: Наука, 1996. – 393 с.
5. Заболоцкий В.И., Протасов К.В., Шарафан М.В. Исследование процесса электродиализного концентрирования хлорида натрия с гибридными органо-неорганическими ионообменными мембранами. // Электрохимия. 2010. – Т. 46. – № 9. – С. 1044–1051.

УДК 622.4

### **ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ**

*М.А. Коробицына*

*Санкт-Петербургский горный университет*

Нефть – важный энергоресурс, а для успешного развития энергетического комплекса необходимо обеспечение безопасных и комфортных условий труда, занятых в нем людей.

В России существует уникальное месторождение тяжелой высоковязкой нефти – Ярегское месторождение, расположенное в республике Коми. Добыча нефти там осуществляется подземным термошахтным способом. Основой такого способа является снижение вязкости и повышение подвижности нефти за счет разогрева вмещающего пласта с помощью закачки теплоносителя. В качестве теплоносителя используется насыщенный водяной пар. Используемой и наиболее перспективной является подземно-поверхностная система разработки (рис. 1). Закачка пара осуществляется в верхнюю часть пласта через поверхностные нагнетательные скважины. Под землей из добывающей галереи бурятся парораспределительные и добывающие скважины. В галерее нефтесодержащая жидкость собирается

в канавки и самотеком перемещается в зумпф, откуда по системе трубопроводов передается на переработку.

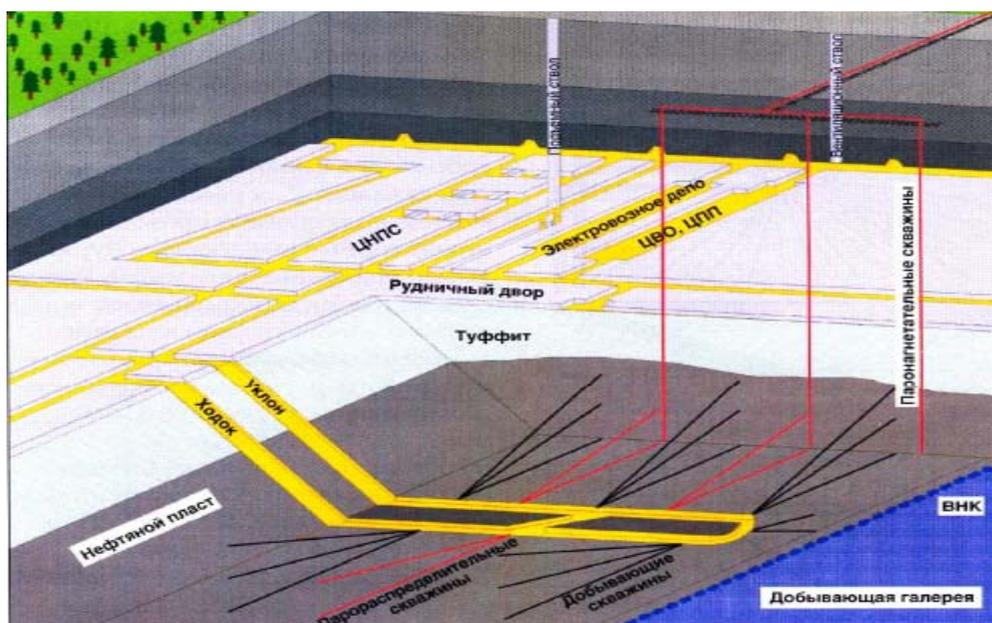


Рисунок 1 – Подземно-поверхностная система разработки

Нагнетание горячего пара в нефтяной пласт способствует появлению проблем, связанных с повышенной температурой и влажностью воздуха в выработках, проходящих непосредственно в продуктивном пласте, и в соединенных с ними. Так, во всех уклонных блоках основным вредным фактором на рабочих местах является температура воздуха, которая в буровых галереях превышает допустимые значения. Согласно правилам безопасности, температура воздуха в действующих выработках, не должна превышать 26 °С при относительной влажности до 90%. А при условии, что в выработках нет постоянного присутствия людей в течение смены, допускается температура воздуха до 36°С. В таблице 1 представлены результаты замеров температуры воздуха.

Таблица 1

Результаты замеров температуры воздуха в уклонных блоках НШ №3

Уклонный блок	Температура воздуха на входе в уклонный блок, t °С	Температура воздуха в буровой галерее, t °С
Уклон 4Т-4	31	50
Уклон 4Т-2	24	54
Уклон 3Т-1	20	37,5
Уклон 2Т-1	33	49
Уклон 1Т-1	29,3	49

Повышенная температура и влажность воздуха приводит к снижению производительности труда, быстрой утомляемости, снижению внимания, вялости и может оказаться причиной возникновения несчастного случая.

Факторы, формирующие тепловые условия в горных выработках нефтешахт делятся на эндогенные (обусловленные природными процессами) и экзогенные (техногенные). Наиболее существенный вклад вносят производственные процессы, проходящие в выработках шахт. Основными источниками тепловой энергии являются:

- выделение тепла искусственно разогретыми горными массивами, температура которых 48–52 °С;
- тепловыделения от неизолированных и изолированных нефтепроводов и паропроводов;
- отводы эксплуатационных скважин;
- теплоотдача от нефтесодержащей жидкости, протекающей по ОШП и ВШП, температура которой достигает 49–50 °С;
- выброс тепловой энергии и влаги с неконтролируемым выходом пара из затрубных пространств эксплуатационных скважин (температура пара 93–95 °С) и геологического нарушения (температура пара 72–78 °С).

Для регулирования теплового режима сейчас на шахте применяют только вентиляцию, как видно из натурных исследований этого недостаточно для соблюдения норм параметров микроклимата на рабочих местах.

Для улучшения теплового режима уже действующих уклонных блоков существует несколько возможных путей, одним из которых является увеличение объемов воздуха для усиленной вентиляции. Расход воздуха в этом случае ограничивается предельно разрешенной скоростью движения воздуха в горных выработках. Таким образом, значительного снижения температуры добиться достаточно сложно. Другим способом может служить установка специального охлаждающего оборудования, к примеру, при использовании подземной холодильной машины температура воздуха в конце буровой галереи будет не выше допустимых 26 °С. Недостатком этого способа является высокая стоимость оборудования и затраты на его обслуживание. Способом защиты персонала, работающего в условиях повышенных температуры и влажности воздуха на рабочих местах, может являться использование работникам средств индивидуальной защиты, например, теплозащитной одежды. Такой способ требует определенного контроля в исполнении, для действенной защиты защитный костюм должен быть выполнен из высококачественных материалов, стоимость и доступность которых, возможно, не будет удовлетворять возможностям потребителя. Защита горнорабочих может быть осуществлена методом регулирования режимов труда и отдыха. «Защита временем» распространена на предприятиях, где работа связана с воздействием одного или нескольких вредных факторов, при ограничении времени влияния которых, можно избежать возникновения несчастного случая или развития профессионального заболевания.

Проблема нормализации параметров микроклимата на рабочих местах при добыче нефти подземным способом с использованием паротеплового воздействия на пласт представляет собой комплексную задачу, которую невозможно решить, используя определенный вышеописанный способ. Для разных рабочих мест должно применяться наиболее эффективное решение, а сумма таких решений должна формировать систему мер по улучшению условий труда.

УДК 622.864

**ТЕПЛООБМЕН РАБОТНИКА В СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЕ  
С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ В УСЛОВИЯХ  
ТЕРМОНЕЙТРАЛЬНОГО МИКРОКЛИМАТА УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

*М.Л. Рудаков, Л.В. Степанова*

*Санкт-Петербургский государственный горный университет*

*e-mail: rudakovilo@rambler.ru, Stepanova\_LV@spmi.ru*

Специальная одежда используется человеком для защиты поверхности тела от вредных и опасных факторов производственной среды, таких как механические, физические, химические факторы и т.д. Особенностью же ведения добычи угля подземным способом является то, что одним из основных воздействующих факторов является угольная пыль на поверхностях и в воздухе рабочей зоны. Поэтому создание специальной одежды для работников, занятых на подземной добыче угля, требует использования специальной одежды высокой плотности. Это в свою очередь еще больше снижает теплоотдачу и влагообмен тела человека с окружающей средой. Таким образом, даже в условиях термонеutralного микроклимата происходит накопление тепла в организме человека, определяющееся теплопродукцией человека при выполнении им трудовой функции.

В настоящий момент спецодежду (шахтерский костюм) выдают на основе Типовых отраслевых норм выдачи средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые не учитывают различное количество тепла, которое выделяет тело человека при различной физической нагрузке.

В рамках нашего исследования был произведен анализ результатов специальной оценки условий труда работников угольных шахт. Произведена выборка – 158 должностей и профессий, более чем с 820 рабочих мест, из них: 73 рабочие профессии, более 500 рабочих мест, связанные с работой под землей, на протяжении всей смены. Основной задачей было выявить критерий для классификации профессий и определить взаимосвязь энергозатрат работников с должностями и структурными подразделениями. Основные результаты представлены на рис. 1.