*Тезисы доклада*

**ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ГЛУБОКИХ РУДНИКОВ:**

**РАСЧЕТ, ПРОГНОЗ И УПРАВЛЕНИЕ**

Лев Юрьевич Левин, д.т.н.,

заведующий отделом аэрологии и теплофизики, заместитель директора по научной работе Горного института Уральского отделения

Российской академии наук

Научная школа рудничной аэрологии появилась в городе Перми в 50-х годах прошлого века с момента основания Молотовского горного института, который впоследствии стал Пермским научно-исследовательским политехническим университетом. Ярким представителем этой школы был основатель и первый директор Горного института Уральского отделения Российской академии наук член-корреспондент РАН Аркадий Евгеньевич Красноштейн. Отдел аэрологии и теплофизики работает в институте со дня его основания. По сути, с создания отдела Рудничной аэрологии и геофизики в 1988 году начался Горный институт.

Направление горной теплофизики всегда присутствовало в работах отдела, но в основном касалось разработки систем воздухоподготовки и расчета тепломассобменных процессов на калийных рудниках.

Расширение тематики и географии выполняемых научно-исследовательских работ связано с горными предприятиями, на которых очистные работы ведутся на существенно больших глубинах. Особую актуальность здесь приобретают вопросы нормализации и управления тепловым режимом шахт и рудников, где температура пород превышает 24°С, а температура воздуха, нормируемая Правилами безопасности, составляет 26°С.

Для прогнозирования теплового режима глубоких рудников разработана математическая модель сопряжённого теплообмена вентиляционного воздуха с горным массивом, позволяющая с достаточной точностью рассчитывать температурные изменения движущегося по выработкам воздуха и горного массива с учётом различных осложняющих факторов. К этим факторам относятся: конечное значение коэффициента теплоотдачи стенок выработки, переменная скорость движения воздуха (учёт ответвлений), переменная начальная температура воздуха, поглощение и выделение тепла при испарении и конденсации влаги. Выполнена адаптация разработанной модели теплообмена к расчёту температуры воздуха в воздухоподающих и вентиляционных стволах рудников, для чего в модель был привнесён ещё один осложняющий фактор – увеличение температуры массива с глубиной. Также усовершенствованы методы расчета тепло- и массопереноса в сети горных выработок произвольной топологии с учетом тепловыделений от подземных техногенных источников в виде закладочных твердеющих массивов и горношахтного оборудования. Полученные решения носят оригинальный характер и отличаются от традиционных подходов, предполагающих либо рассмотрение сопряженных задач в рамках отдельных горных выработок, либо решение сетевых задач тепло- и воздухораспределения с использованием модельных упрощающих характеристик, таких как коэффициент нестационарного теплообмена.

Все предложенные модели получили численную реализацию в программно-вычислительном комплексе «АэроСеть» и верифицированы многочисленными экспериментальными натурными исследованиями.

Развитие методов расчета позволило существенно увеличить точность прогнозирования распределения микроклиматических параметров воздуха в сети горных выработок с учетом временного фактора и стало основой разработки оригинального позабойного способа определения требуемой холодопотребности горных предприятий, а также разработать технологические схемы регулирования теплового режима подземных рабочих зон на основе управления процессами воздухораспределения и решения задач оптимизации параметров горных выработок.

Создана математическая модель расчета теплообменных аппаратов с учетом фазовых переходов, которая позволила разработать высокоэффективные шахтные системы кондиционирования воздуха.

В рамках решения задач по обеспечению безопасных условий труда на существующих горных производствах предложена и успешно применена новая методология разработки систем управления тепловым режимом шахт и рудников. Она основана на решении задачи оптимизации выбора мест и параметров охлаждения воздуха и отведения избыточной теплоты по критерию минимального энергопотребления. Кроме того, разработана и обоснована система нормирования микроклиматических параметров рабочих зон рудников с учетом горнотехнических условий.

В результате проведенных научно-исследовательских и экспериментальных работ удалось разработать и апробировать системы кондиционирования воздуха различной мощности с отведением избыточного тепла в исходящую вентиляционную струю. Такие системы работают сейчас на одном из крупнейших в мире месторождении калийных солей − Старобинском ОАО «Беларуськалий» и на Гремячинском месторождении АО «МХК «ЕвроХим». Для нормирования микроклиматических параметров на глубине 1450 метров при отработке залежей сульфидно-никелевых руд Октябрьского месторождения на руднике «Таймырский» ОАО «ГМК Норильский никель» разработана уникальная подземная центральная система кондиционирования воздуха. Мощность установки составляет 6 мегаватт, а общая протяженность сети трубопроводов для транспортировки холода − более 5 километров. В настоящее время выполняется проектирование системы шахты Глубокая рудника «Скалистый», где горные работы ведутся на глубине более 2000 метров, а прогнозная температура в горных выработках достигнет 52°С.