

этой величине можно определить количество газа, которое следует отбирать из шахты для обеспечения максимального выхода химпродуктов.

УДК 621.311

### **Внедрение в учебный процесс компьютерных программ CADIX и ROSA для проектирования ВПУ ТЭС и АЭС**

Нерезько А. В., Денисов С. М.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время водоподготовительные технологии, применяемые на ТЭС и АЭС, развиваются стремительными темпами. Многие современные компании-производители водоподготовительного оборудования предлагают специализированные программные продукты для расчёта и проектирования водоочистительных установок. Наибольшее применение на ТЭС и АЭС в настоящее время получили ионообменные и мембранные технологии, вследствие чего в учебный процесс для выполнения курсовых и дипломных проектов специальностей 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций» были внедрены программы CADIX и ROSA. Вышеприведенные программы разработаны компанией Dow Chemical и находится в свободном доступе на сайте по адресу <http://www.dow.com>.

Программа CADIX разработана для расчета ионообменных установок обработки воды с применением смол компании Dow Chemical, которая позволяет выполнять технологические расчеты вновь создаваемых, существующих, а также реконструируемых установок в схемах обессоливания, умягчения, снижения щелочности воды, конденсатоочистки, финишной обработки обратноосмотического пермеата, удаления нитратов и бора, а также удаления органических веществ с помощью ионитов-органопоглотителей. Она обеспечивает возможность расчета различных типов ионообменных технологий, а также работу фильтров смешанного действия. Программа же ROSA предназначена для расчета обратноосмотических и наночистотационных установок с применением мембранных элементов FILMTEC. Интерфейс программы включает в себя: меню ввода информации о проекте, меню ввода параметров состава исходной воды; меню настройки конечных свойств пермеата; меню ввода компоновочных параметров, типа мембран и производительности ВПУ; результаты расчета технико-экономических показателей мембранной установки.

В настоящее время в печати находится учебно-методическое пособие

«Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС», в котором подробно описана методика работы с вышеописанными программами.

УДК 620.9:001.891.57

### **Компьютерное моделирование газодинамики проточной части турбоагрегата малой мощности с парциальным подводом рабочего тела**

Сверчков С.А., Жукова Ю.В., Левков К.Л.

Белорусский национальный технический университет

Моделируемая турбоустановка предназначена для преобразования энергии избыточного давления природного газа в электроэнергию. В состав моделируемой турбоустановки входят: турбинная часть, предназначенная для преобразования потенциальной энергии потока газа в механическую энергию вала. Конструктивной особенностью турбоустановки является всего одно рабочее колесо. Но на нем осуществляется многоступенчатое расширение потока рабочего тела с его подогревом между ступенями. Это возможно за счет подвода рабочего тела от одного сегмента рабочего колеса к другому. Для моделирования проточная часть турбоагрегата представлена в виде трёхмерной модели рабочего тела (природного газа).

Цель моделирования – определение потерь давления в ступенях турбоагрегата, а также выявление перетоков между ступенями. Основные задачами моделирования – сопоставления теоретических расчётных данных, а также экспериментальных данных с результатами трёхмерного компьютерного моделирования, а также проверка заложенных конструктивно-технологических и технических решений. В процессе моделирования были определены следующие параметры: характер движения рабочего тела во всей проточной части турбоустановки, распределение давления рабочего тела в проточной части турбоустановки, изменение плотности рабочего тела, изменение скорости рабочего тела в ступенях и в каналах между ступенями.

Расчеты проводились с помощью программного комплекса ANSYS 14.5в Института тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси. Решались нестационарные уравнения Рейнольдса, уравнение неразрывности и уравнение энергии. Для замыкания уравнений Рейнольдса была использована  $k-\omega$  модель переноса сдвиговых напряжений Ментера. В процессе решения сходимость задачи контролировалась уровнем погрешности. Для давления и скоростей минимальный уровень погрешности составлял  $10^{-3}$ , для температуры –  $10^{-5}$ . Для