

УДК 621.59(075.8)

¹В.Я. Захаржевский; ²М.А. Чоловская^{1,2}Производственно-коммерческая фирма «Криопром» ООО, ул. Базовая, 6, Одесса, Украина, 65033
e-mail: ¹info@krioprom.com.ua; ²krionika@mail.css.od.uaORCID: ¹http://orcid.org/0000-0002-8676-1614; ²http://orcid.org/0000-0002-8708-4088

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОГО КИСЛОРОДА В ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ

В связи с ростом тарифов на электроэнергию основной задачей при проектировании и создании воздухоразделительных установок (ВРУ) является достижение в них минимально возможного потребления энергоресурсов. В общем виде анализируются различные способы увеличения выхода жидкого кислорода в установках среднего давления. Некоторые из способов можно уже применять в ВРУ нового поколения. На примере ВРУ КжК-0,5 показано, что даже частичное внедрение предложенных способов существенно увеличивает в ней производство жидкого кислорода. Дальнейшее совершенствование этой установки позволит снизить удельные затраты электроэнергии до 1,0...1,1 кВтч/кг жидкого кислорода. Проведённые исследования показали, что возможно от поршневого компрессора в ней перейти к центробежному компрессору с сохранением практически тех же высоких показателей. В этом случае жидкостные ВРУ среднего давления можно будет создавать на основе только машин динамического принципа действия.

Ключевые слова: Воздухоразделительная установка. Цикл среднего давления. Воздух. Жидкий кислород. Удельные затраты электроэнергии. Узел ректификации. Модернизация.

1. ВВЕДЕНИЕ

В советское время в Одессе был создан мощный центр по проектированию, изготовлению и обслуживанию воздухоразделительных установок (ВРУ) высокого и среднего давлений в результате плодотворного сотрудничества НПО «Кислородмаш» и Одесского технологического института холодильной промышленности. Было выпущено более 4000 установок этого класса для производства газообразных кислорода и азота с возможностью получения этих продуктов разделения также и в жидком виде.

В постсоветское время, несмотря на снижение потребности в таких установках, их производство всё-таки не прекратилось полностью. Установки этого типа в Одессе выпускали как существовавшее ещё в те годы предприятие «Кислородмаш», так и образованная более 20-ти лет назад компания ПКФ «Криопром». Большинство таких установок при выработке газообразных продуктов разделения имели хорошие показатели по удельным затратам электроэнергии. Однако при производстве жидких кислорода или азота они оказывались экономически неэффективными.

В начале 2000-х годов ПКФ «Криопром» сделал прорыв в этом направлении, который позволил выпускать новые установки среднего давления с увеличенным производством жидкого кислорода, а также модернизировать с этой целью существующие. Для этого в них использовались низкотемпературные

холодильные машины и измененная схема охлаждения воздуха в основном теплообменнике блока разделения.

Достоинства этих новых схемных решений были описаны ранее в [1]. Их внедрение в конструкции ВРУ привело к увеличению производительности установок по жидким продуктам разделения на 45...60 % в зависимости от количества перерабатываемого в них воздуха.

В настоящее время после прекращения деятельности Кислородмаша и полного демонтажа его специализированной инфраструктуры, единственным производителем установок среднего давления небольшой производительности в Украине, России и странах СНГ остался лишь ПКФ «Криопром».

В связи с быстрорастущими тарифами на электроэнергию специалистами ПКФ «Криопром» было проведено дальнейшее совершенствование схемных и конструктивных решений с целью увеличения производительности ВРУ по жидкому кислороду без существенного роста потребления электроэнергии. Ниже исследуется влияние разработанных решений на энергетические затраты при производстве жидкого кислорода на базе серийной установки КжК-0,5, в состав которой входит воздушный компрессор четырёхступенчатого сжатия 4ВМ10-55/71 производства Сумского машиностроительного НПО.

В настоящей статье рассматриваются два варианта решений: с изменением схемы узла двукратной ректификации и с её сохранением.