

УДК 621.59(075.8)

Ю. Г. Писарев*, А. Ф. Громов

ОАО «Криогенмаш», пр. Ленина, 67, г. Балашиха, Московская обл., 143900, Россия;

*e-mail: juri_pisarev@cryogenmash.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЗОТНЫХ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Эффективность существующих воздуходелительных установок можно существенно повысить за счет дополнительного разделения отбросной фракции. Рассмотрены различные схемные построения азотных установок, позволяющие осуществить рециркуляцию части отбросной фракции через ректификационный аппарат и повысить, тем самым, степень извлечения азота. Выполнен термодинамический анализ рассмотренных схем азотных установок, на основании которого наиболее эффективные решения предложены для нового проектирования и внедрения в промышленность.

Ключевые слова: азотная воздуходелительная установка; технологическая схема; одноколонный ректификационный аппарат; двухколонный ректификационный аппарат; дожимающий компрессор; насос; степень извлечения азота; удельный расход энергии; термодинамический КПД.

Yu.G. Pisarev, A.F. Gromov

THE INCREASE OF EFFICIENCY IN NITROGEN AIR SEPARATION PLANTS

The efficiency of the existing air separation plants can be essentially increased at the cost of additional separation of waste fraction. Various diagram designs of nitrogen plants have been considered which allow to carry out the recirculation of a portion of waste fraction through distillation unit and in doing so to increase the degree of nitrogen recovery. Thermodynamic analysis of nitrogen plant diagrams considered has been performed and on the basis of it the most efficient approaches are proposed for new designs and introduction in industry.

Key words: air separation plant for nitrogen production; process flow diagram; single-column distillation unit; double-column distillation unit; boosting compressor; pump; degree of nitrogen recovery; specific power consumption; thermodynamic efficiency.

1. ВВЕДЕНИЕ

Основными потребителями газообразного азота являются химическая, нефте- и газохимическая отрасли промышленности. Технологическими процессами в этих отраслях предъявляются высокие требования к параметрам азота, прежде всего, его чистоте и давлению, а также к расходу энергии на его получение.

Промышленное производство азота осуществляется на криогенных воздуходелительных установках (ВРУ). В России, других странах стандартизированы азотные ВРУ, создаваемые по схеме низкого давления воздуха (0,6–0,9 МПа) с одноколонным ректификационным аппаратом и детандером на отбросном газе [1, 2]. Длительное время выпускаются и эксплуатируются азотные ВРУ типа ААж-0,65, ААж-1,2, ААж-6 и А-8 производительностью по азоту 650, 1200, 5100 и 8000 м³/ч, соответственно. Превосуществом стандартных азотных ВРУ является просто-

та применяемых схемных и конструктивных решений, что способствует снижению трудоемкости изготовления и упрощает их эксплуатацию. Однако эффективность их оказывается относительно низкой. Например, степень термодинамического совершенства (термодинамический КПД) не превышает 30% [1]. Невысокая эффективность определяется предельными возможностями процесса ректификации в одной односекционной колонне. Так, при давлении в колонне 0,85 МПа и числе тарелок в ней, стремящемся к бесконечности, максимальная степень извлечения азота не превышает 0,44.¹⁾

Увеличение степени извлечения азота выше 0,44 связано с необходимостью дополнительного разделения кубовой жидкости, которая при односекционном разделении содержит более 60% азота. После её испарения в

1) Под максимальной степенью извлечения азота понимается предельная доля от расхода перерабатываемого воздуха, вводимого в узел ректификации в состоянии сухого насыщенного пара.