

УДК 621.593

¹А.П. Графов, канд. техн. наук; ²А.А. Винник^{1,2}ООО «Айсблик», Французский бульвар, 66/2, офис 301, г. Одесса, Украина, 65009e-mail: ¹grafoff@mail.ru; ²al.an.vinnik@gmail.comORCID: ¹http://orcid.org/0000-0002-5040-9547; ²http://orcid.org/0000-0001-7965-3271

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НЕОНОГЕЛИЕВОЙ СМЕСИ В ВРУ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Перерабатываемый в крупнотоннажных воздуходелительных установках (ВРУ) воздух — единственный источник такого ценного газа, как неон. В этих установках неон накапливается вместе с гелием в верхней части основного конденсатора нижней колонны. Отмечается, что степень извлечения неона из воздуха, особенно в ВРУ устаревших конструкций, остается низкой из-за его неизбежных потерь в аппаратах. В аппаратах современных ВРУ АКАр-40/35 и КААр-60 потери неона составляют 7...11 %. Относительно высокая степень извлечения неона в указанных ВРУ обеспечивается применением в них отпарных колонн вместо дефлегматоров, а также использованием систем автоматического управления. Показано, что алгоритм управления ВРУ должен позволять производить отбор такого количества неон-гелиевой смеси, при котором будут достигаться максимальные значения коэффициентов извлечения неона и гелия.

Ключевые слова: Неон. Гелий. Воздухоразделительная установка. Нижняя и верхняя колонны. Дефлегматор. Отпарная колонна. Неонгелиевая смесь. Коэффициент извлечения Ne-He-смеси.

1. ВВЕДЕНИЕ

Достигнутый в настоящее время уровень технологии промышленного производства неона из атмосферного воздуха — результат эволюции, прежде всего, способов и средств извлечения чистого неона из сырой неонгелиевой смеси, являющейся побочным продуктом разделения воздуха в воздуходелительных установках (ВРУ) низкого давления.

Большинство известных исследований и разработок в этой области направлено на повышение эффективности очистки неонгелиевой смеси от примесей и извлечения из этой смеси чистого неона. В организации технологической цепи производства неона особенно выделяются достижения компании «Айсблик» по обеспечению безотходности производства чистого неона из неонгелиевой смеси [1–4]. Вместе с тем, общая эффективность извлечения неона из воздуха остаётся весьма низкой в связи с неизбежными потерями неона в аппаратах ВРУ. Даже в современных установках количество неона, содержащегося в продукционной неонгелиевой смеси, составляет менее 50 % от количества неона, поступающего в ВРУ с перерабатываемым воздухом.

Неонгелиевая смесь является побочным, а не основным продуктом ВРУ. В связи с этим, обычно, при создании и эксплуатации ВРУ не уделяют должного внимания обеспечению максимальной эффективности этого этапа технологической цепочки производства неона. Хотя, как показывает следующий

анализ, можно повысить эффективность этого этапа производства неона, изменив только алгоритм выбора режима отбора неонгелиевой смеси из ВРУ.

2. ПРИНЦИПЫ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ НЕОНОГЕЛИЕВОЙ СМЕСИ В ВРУ РАЗНЫХ ТИПОВ

ВРУ низкого давления, производящие основное количество неонгелиевой смеси в России и Украине, можно разделить на три типа, отличающихся технологией получения неонгелиевой смеси из потока газообразного азота, отводимого из конденсатора (конденсаторов) нижней колонны:

1. Установки БР-2М, КтК-35 и КАр-30 производства «Криогенмаш».
2. Установки КАр-30М1, АКАр-40/30-1 и АКАр-40/35-4 производства «Криогенмаш».
3. Установки КААр-60 производства «Air Liquide».

Процесс получения потока газообразного азота, содержащего неон и гелий, из воздуха, подаваемого на разделение в нижнюю колонну, одинаков во всех этих перечисленных ВРУ. Неон и гелий, поступающие в нижнюю колонну воздуходелительной установки с воздухом, накапливаются в верхней части основного конденсатора (конденсаторов) нижней колонны, откуда они и отбираются в составе потока газообразного азота.

Обычно общая концентрация неона и гелия в этом потоке составляет менее (3–5) %. Остальные компоненты отбираемой смеси — это азот, неболь-