ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

УДК 621.642.86

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛЯИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИИ УСТАНОВКИ РЕКУПЕРАЦИИ ПАРОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Каримов Ш.А.
Доц. ТашГТУ
Нормуродов Н.С.
Магистр ТашГТУ

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные показатели оценки эффективности применения установок рекуперации паров нефти и нефтепродуктов на объектах нефтегазовой отрасли. Проведен анализ технологических, экономических и экологических критериев, характеризующих результативность работы систем улавливания и возврата углеводородных паров. Особое внимание уделено снижению потерь легких фракций нефти, уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу и повышению уровня промышленной безопасности. Рассмотрены показатели степени улавливания паров, коэффициента рекуперации, экономической окупаемости оборудования, а также энергозатрат установки. Отмечено, что внедрение современных установок рекуперации способствует повышению экологической устойчивости предприятий, снижению негативного воздействия на окружающую среду и увеличению эффективности производственных процессов. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании, модернизации и оценке эффективности систем рекуперации паров на нефтебазах, резервуарных парках и перерабатывающих предприятиях.

Ключевые слова: рекуперация паров, нефть, нефтепродукты, эффективность, выбросы углеводородов, экологическая безопасность, энергосбережение, коэффициент улавливания, нефтегазовая отрасль.

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va neft mahsulotlari bug‘larini qayta tiklash qurilmalaridan neft-gaz tarmog‘i obyektlarida foydalanish samaradorligini baholashning asosiy ko‘rsatkichlari ko‘rib chiqilgan. Uglevodorod bug‘larini ushlash va qaytarish tizimlarining samaradorligini tavsiflovchi texnologik, iqtisodiy va ekologik mezonlar tahlil qilingan. Neftning yengil fraksiyalari yo‘qotilishini kamaytirish, atmosferaga zararli moddalar chiqishini qisqartirish va sanoat xavfsizligi darajasini oshirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Bug ' ushlash darajasi, tiklanish koeffitsienti, uskunaning iqtisodiy qaytarilishi, shuningdek o'rnatishning energiya sarfi ko'rsatkichlari ko'rib chiqiladi. Ta'kidlanishicha, zamonaviy rekuperatsiya qurilmalarini joriy etish korxonalarning ekologik barqarorligini oshirishga, atrof-muhitga salbiy ta'sirini

ISSN 3030-3907

kamaytirishga va ishlab chiqarish jarayonlari samaradorligini oshirishga yordam beradi. Olingan natijalar neft bazalari, rezervuar parklari va qayta ishlash korxonalarida bug‘larni qayta tiklash tizimlarini loyihalash, modernizatsiya qilish va samaradorligini baholashda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: bug‘larni qayta tiklash, neft, neft mahsulotlari, samaradorlik, uglevodorod chiqindilari, ekologik xavfsizlik, energiya tejash, ushlash koeffitsiyenti, neft-gaz sanoati.

Annotation. This article discusses the main indicators for evaluating the effectiveness of the use of oil and petroleum vapor recovery units at oil and gas industry facilities. The analysis of technological, economic and environmental criteria characterizing the effectiveness of hydrocarbon vapor capture and recovery systems has been carried out. Special attention is paid to reducing the loss of light fractions of oil, reducing emissions of harmful substances into the atmosphere and increasing the level of industrial safety. The indicators of the degree of vapor capture, the recovery coefficient, the economic payback of the equipment, as well as the energy consumption of the installation are considered. It is noted that the introduction of modern recovery plants helps to increase the environmental sustainability of enterprises, reduce negative environmental impacts and increase the efficiency of production processes. The results obtained can be used in the design, modernization and evaluation of the effectiveness of steam recovery systems at oil depots, tank farms and processing plants.

Keywords: vapor recovery, oil, petroleum products, efficiency, hydrocarbon emissions, environmental safety, energy conservation, capture coefficient, oil and gas industry.

ВВЕДЕНИЕ.

Установки рекуперации паров (УРП) являются эффективным техническим средством для снижения потерь от испарения при технологических операциях и хранении углеводородных жидкостей и в настоящее время получают все большее распространение в условиях производства. В зависимости от технологии рекуперации, реализованной в УРП, их разделяют на адсорбционные, абсорбционные, конденсационные, мембранные и комбинированные [2, 3].

Критериями обоснования выбора наиболее рационального вида УРП является совокупность экономических показателей (капитальные и эксплуатационные затраты) и технологических параметров (степень улавливания и очистки, производительность, сложность конструкции, величина спектра и диапазон изменения гомологического ряда углеводородов, улавливаемого установкой данной конфигурации) [4].

ISSN 3030-3907

Абсорбционная установка рекуперации паров. Абсорбция (от лат. *absorptio* — поглощение) — это физический или химический процесс впитывания вещества из газовой или жидкой среды всем объемом другого вещества (абсорбента). Поглощаемое вещество равномерно распределяется внутри поглотителя, напоминая процесс впитывания воды губкой. Абсорбер представляет из себя вертикальную колонну, в которой обеспечивается большая площадь контакта жидкости с газом [6, 7].

В основе любой абсорбционной установки лежит задача по увеличению площади контакта между абсорбентом и абсорбатом. По способу интенсификации процесса массообмена в результате абсорбции выделяют два основных типа абсорберов – с диспергированием жидкой фазы и с диспергированием газовой фазы [8, 9].

В нефтяной промышленности используются абсорбционные установки с секционированной насадкой (кольца Палля) [6]. На рисунке 1 представлена конструкция абсорбера данного вида.

В качестве абсорбента чаще всего используются нефть и дизельное топливо. Жидкость поступает в верхнюю часть колонны. ПВС поступает в нижнюю часть колонны. Затем они двигаются навстречу друг другу по схеме противоток, что является наиболее эффективной схемой движения потоков при массообмене. Происходит улавливание путем поглощения жидкостью углеводородов. При проходе через кольца Палля в средней части жидкость диспергируется, тем самым увеличивается площадь контакта двух фаз – ПВС и абсорбента, в верхней части кольца выполняют роль каплеуловителя.

ISSN 3030-3907

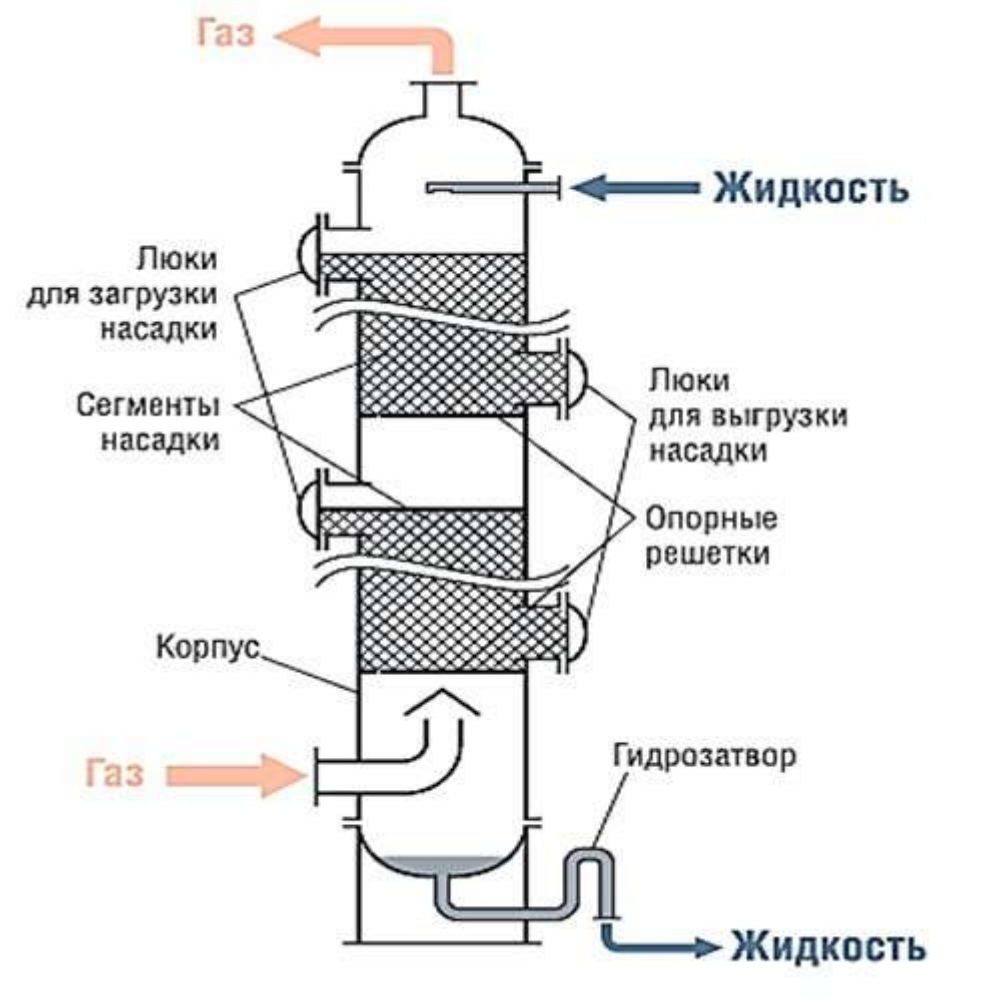


Рис. 1. Конструкция абсорбера с секционированной насадкой

Основными преимуществами установки данного вида являются:

- высокая пропускная способность: от 3000 до 100 000 м^3/ч [5];
- высокая степень очистки – 95–98 %. Диапазон улавливаемых углеводородов – C_3-C_4 [5];
- обеспечение высокой пожарной безопасности при работе установки [1];
- относительно невысокие капитальные затраты [1];
- непрерывность процесса очистки паровоздушной смеси.

К недостаткам установки данного вида относятся:

- большие габариты установки [5];
- необходимость дополнительной емкости для абсорбента;
- зависимость от погодных условий [9];
- большие затраты на электроэнергию (порядка 6300 евро в год) [1].

По данным из источников производителей данных установок [1], ориентировочные капитальные затраты определяются по следующей функции, описывающей зависимость капитальных затрат от производительности:

$$K = 0{,}0535 \cdot Q^2 + 79{,}13 \cdot Q + 1\,066\,000 \quad (1)$$

ISSN 3030-3907

На рисунке 2 представлена зависимость изменения капитальных затрат от подачи на входе в УРП.



Рис.2. Зависимость капитальных затрат от подачи на выходе в абсорбционную УРП

Данный вид установок является универсальным для объектов нефтяной отрасли, однако высокие капитальные затраты, зависимость от условий окружающей среды (температуры воздуха), высокое энергопотребление накладывают ограничения на ее применение.

Адсорбция представляет процесс поглощения молекул газообразной среды поверхностным слоем твердого тела. Вещество, осуществляющее поглощение называется адсорбентом, улавливаемое же вещество – адсорбатом. Адсорбция разделяется на химическую и физическую. В сфере, связанной с улавливанием паров углеводородов, большее распространение получила физическая адсорбция, так как химическая адсорбция является необратимым процессом, в ходе которого изменяется химический состав адсорбата. Физическая адсорбция основана на силах межмолекулярного взаимодействия, именуемых Ван-дер-Вальсовыми силами и является обратимым процессом. В качестве адсорбента могут использоваться следующие вещества [10, 11]:

цеолит;

активированный уголь;

бурый железняк.

Наиболее часто в качестве адсорбента применяют уголь, так как он обладает большей доступностью и наименьшей ценой.

Установка данного типа состоит из пары адсорберов, так как в процессе эксплуатации происходит насыщение угля, ему необходимо время на восстановление. Данный процесс называется десорбцией. Десорбция

ISSN 3030-3907

осуществляется с помощью пропускания нагретого водяного пара через насыщенный адсорбент, тем самым происходит передача тепловой энергии адсорбату, находящемуся на поверхности угля, до тех пор, пока ее не будет достаточно для отделения от адсорбента. После окончания процесса десорбции поглощающие свойства адсорбента полностью восстанавливаются, температура проведения десорбции для активированного угля лежит в диапазоне 100–200 [10, 12].

На рисунке 3 представлена технологическая схема УРП адсорбционного типа.

ПВС поступает в адсорбер 1 через задвижку 1. После прохождения через активированный уголь очищенный воздух через задвижку 6 выбрасывается в атмосферу. Адсорбер 2 находится на восстановлении. Через задвижку 7 в адсорбер подается горячий водяной пар/воздух. Далее посредством вакуумного насоса смесь углеводородов подается в разделитель (сепаратор), где происходит разделение адсорбата от пара/воздуха.

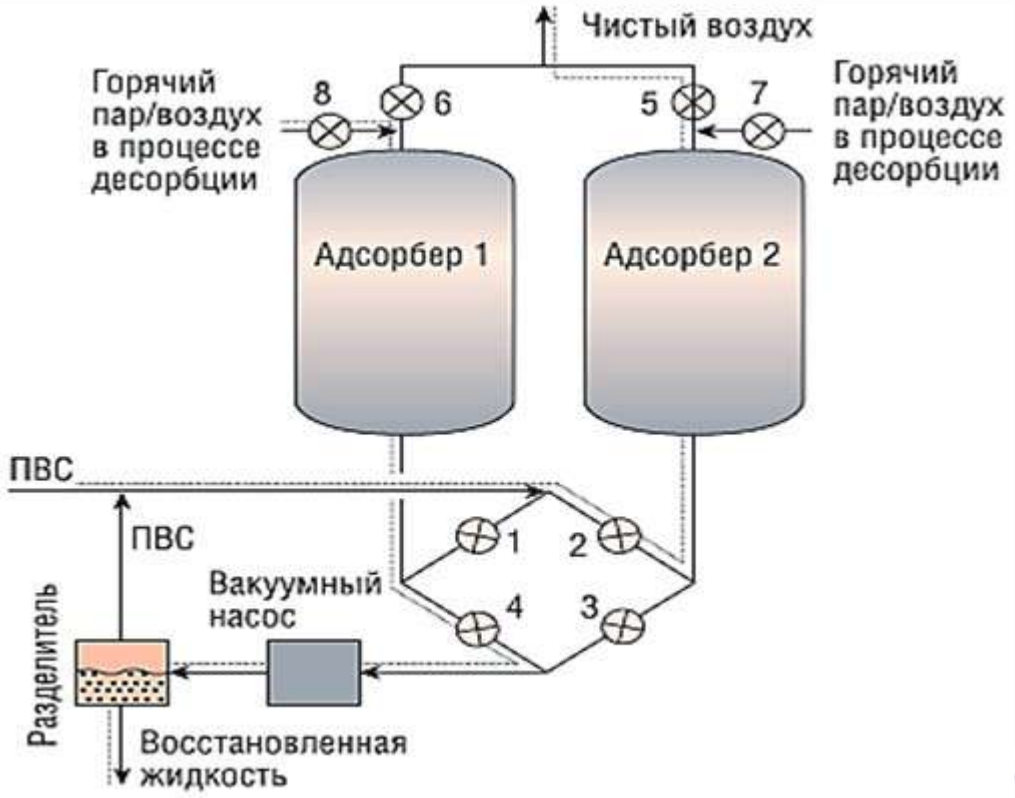


Рис.3. Технологическая схема адсорбционной УРП

Основными преимуществами установки данного вида являются:

- высокая пропускная способность: от 400 до 15 000 м^3/ч [13];
- высокая степень очистки – 95–98 %. Диапазон улавливаемых углеводородов – C_1-C_4 [5];
- независимость от погодных условий;

ISSN 3030-3907

- непрерывность процесса очистки паровоздушной смеси.

К недостаткам установки данного вида относятся:

- высокая чувствительность к составу ПВС [1];
- дополнительные затраты на регенерацию адсорберов [13];
- повышенные меры пожарной безопасности [1].

По данным из источников производителей данных установок [1], ориентировочные капитальные затраты можно определить по следующей функции, описывающей зависимость капитальных затрат от производительности:

$$K = 432{,}8 \cdot Q + 346\,000 \qquad (2)$$

На рисунке 4 представлена зависимость изменения капитальных затрат от подачи на входе в УРП.



Рис.4. Зависимость капитальных затрат от подачи на входе в адсорбционную УРП

Годовые эксплуатационные затраты варьируются в пределах от 24 600 до 41 000 евро [1].

Данный вид установок так же, как и абсорбционный вид УРП, является универсальным и может быть применим на любых объектах нефтяной отрасли (от мелких нефтебаз до крупных портов). Однако ряд недостатков, связанных с обеспечением оборудования для десорбции, включающего ТА для подогрева водяного пара/воздуха, а также с неоднородностью поступающей ПВС, ограничивает применение адсорберов.

Комбинированная установка рекуперации паров. Существуют различные конструкции комбинированных установок, сочетающие в себе плюсы нескольких видов установок:

ISSN 3030-3907

компрессионно-криогенная;
криогенно-адсорбционная;
адсорбционно-абсорбционная;
и др.

Наибольшее применение в нефтяной отрасли нашли адсорбционно-абсорбционные установки благодаря своей простоте в эксплуатации, надежности и безопасности по сравнению с другими.

Данный вид установки объединяет в себе два типа – абсорбционный и адсорбционный.

На рисунке 5 представлена технологическая схема адсорбционно-абсорбционной установки [13].

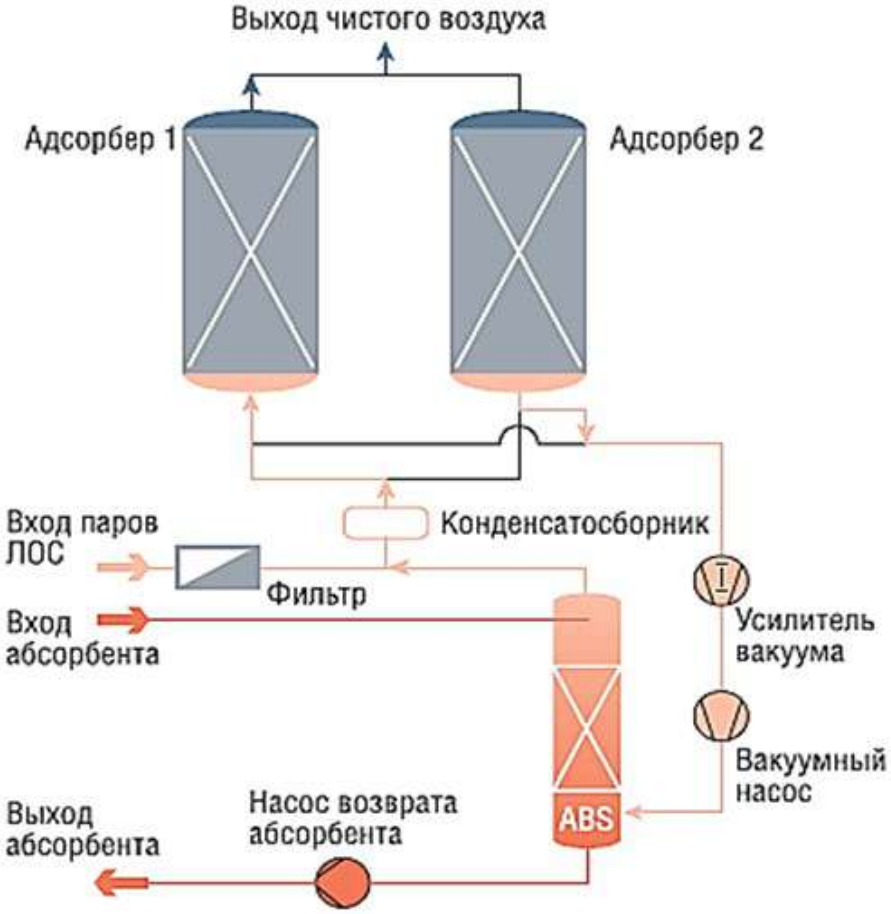


Рис.5. Технологическая схема адсорбционно-абсорбционной УРП

Паровоздушная смесь через огнепреградитель (на схеме не показан) по входной линии поступает на фильтр, где очищается от механических примесей и частиц-окислителей, осаждающихся на поверхности угля. Далее пары поступают в конденсатосборник, где происходит отделение капель конденсата. К конденсатосборнику подключен насос (на схеме не показан), обеспечивающий откачку собираемого конденсата в коллектор внутреннего возврата нефти. ПВС поступает к адсорберам, где происходит очистка и

ISSN 3030-3907

улавливание углеводородов. Затем очищенный воздух выбрасывается в атмосферу.

Процесс десорбции осуществляется вакуум-насосами, подающими пары адсорбированных углеводородов в абсорбер, в который одновременно сверху через распылитель подается абсорбент. Двигаясь в противотоке, абсорбент поглощает пары углеводородов. Использованный абсорбент насосом закачивается обратно в коллектор налива.

Данный тип установок объединяет в себе преимущества адсорбционной и абсорбционной установок.

Основными преимуществами установки данного вида являются:

- высокая пропускная способность: от 400 до 15 000 м^3/ч [13];
- высокая степень очистки – 95–98 %. Диапазон улавливаемых углеводородов – C_1-C_4 [5];
- замкнутый цикл очистки ПВС [1, 4];
- наличие фильтров для обеспечения однородности поступающей ПВС [13];
- непрерывность процесса очистки паровоздушной смеси.

К недостаткам установки данного вида относятся:

- повышенные меры пожарной безопасности [1];
- зависимость от погодных условий (обмерзание и разрушение насадок) [9];
- относительно высокие капитальные затраты.

Для расчета зависимости капитальных затрат на установку от подачи производится сложение функций (1) и (2):

$$K = 0{,}0535 \cdot Q^2 + 511{,}93 \cdot Q + 1\,412\,000 \qquad (3)$$

На рисунке 6 представлена зависимость изменения капитальных затрат от подачи на входе в УРП.



Рис.6. Зависимость капитальных затрат от подачи на входе в комбинированную УРП

ISSN 3030-3907

Данная установка имеет высокий уровень надежности и простоту в обслуживании, что создает высокую вероятность использования комбинированной УРП на объектах нефтяной промышленности.

Установка мембранного типа обладает технологически и конструкционно сложными элементами. Одним из этих элементов является мембрана, используемая для улавливания углеводородов. Она имеет высокую стоимость, т.к. изготовление мембраны – сложный и трудоемкий технологический процесс. Кроме того, необходимо подбирать пористость мембраны отдельно для каждого состава ПВС. Поэтому применение данного вида установок нецелесообразно в нефтяной отрасли.

Компрессионная установка ввиду возможности образования взрывоопасных концентраций из-за повышенного давления, создаваемого в компрессорах, имеет ограниченное время работы ввиду высоких требований пожарной безопасности на объектах нефтяной промышленности. Вследствие чего степень улавливания данных установок находится на очень низком уровне. Поэтому применение данного вида установок нецелесообразно на объектах нефтяной отрасли.

Для криогенной, адсорбционной, абсорбционной и комбинированной УРП строится совмещенный график зависимостей капитальных затрат от подачи ПВС на вход УРП.

На рисунке 7 приведен совмещенный график зависимостей капитальных затрат от подачи ПВС на вход УРП.



Рис.7. Совмещенный график зависимостей капитальных затрат от подачи ПВС на вход УРП

Таким образом, из графиках и приведенного на рисунках, определяется, что криогенный тип установок является капиталоемким и

ISSN 3030-3907

уступает по производительности другим видам. Его применение в нефтяной отрасли возможно только в случае, если объект является небольшим по размерам, т.е. необходима малая пропускная способность (капитальные затраты стремятся к минимуму), и рядом с объектом нефтяной отрасли (нефтебазой) находится предприятие по производству хладагентов.

Наиболее экономичными являются адсорбционная и абсорбционная установки. Однако адсорбционная установка является более устойчивой к переменным погодным условиям, чем абсорбционная. К тому же для абсорбционной установки необходим крупный источник абсорбента. Но абсорбционная установка имеет более широкий диапазон подач ПВС. Применимость абсорбционных установок возможна в южных регионах на крупных нефтебазах, портах, где есть источник абсорбента, в качестве которого будет выступать хранящийся продукт. Кроме того, диапазон улавливаемых углеводородов указывает на то, что данный вид установок наиболее применим к парам бензина. Применение адсорбционной установки возможно на малых объектах ввиду необходимого требования однородности продукта для обеспечения эффективного улавливания ПВС, но эти объекты могут иметь более суровые погодные и климатические условия, чем объекты, располагающие установками абсорбционного типа.

Установка комбинированного типа при относительно небольшой разнице в капитальных вложениях по сравнению с адсорбционной и абсорбционной установками обладает универсальностью. Ее применение возможно как на малых, так и на крупных объектах ввиду широкого диапазона подач ПВС. По сравнению с абсорбционным типом, диапазон улавливаемых углеводородов составляет C_1-C_4. Обеспечение данного диапазона достигается за счет включения фильтров тонкой очистки, а также применения замкнутого контура десорбции. По сравнению с адсорбционным типом, процесс улавливания паров имеет замкнутый цикл, нет необходимости в отдельной емкости для сбора конденсата.

Таким образом, результате проведенных нами экспериментов показывают, что установка рекуперации комбинированного типа является самой эффективной с точки зрения совокупности финансовых и технических показателей.

Основными показателями оценки эффективности применения УРП различных видов являлись капитальные и эксплуатационные расходы, пропускная способность, условия работы, степень очистки, группа улавливаемых углеводородов, а также простота и надежность конструкции.

В результате анализа и сравнения установок наиболее оптимальной по совокупности всех вышеприведенных показателей является УРП

ISSN 3030-3907

комбинированного (адсорбционно-абсорбционного) типа. Данный вид установок рекомендуется к применению на наиболее ответственных объектах с большим диапазоном величин пропускной способности и видов нефтепродуктов. Так, данный вид установок используется на одном из передовых по технологическому оснащению нефтяных перевалочных портов – Козьмино. Однако в ходе эксплуатации был выявлен ряд недостатков, которые могут быть устранены при помощи различных модификаций конструкции.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Архипова О.В., Иванова А.В., Безбородов Ю.Н. Методы и установки по рекуперации углеводородных паров при сливо-наливных операциях на нефтебазах и АЗС. X Всероссийская конференция «Молодежь и наука»
2. Коршак А.А. Нефтебазы и автозаправочные станции: учеб. пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2015. – 494 с.
3. Сунгатуллин Р.З., Коршак А.А., Зябкин Г.В. Современное состояние рекуперации паров при операциях с нефтью и нефтепродуктами // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. –2017. – Т. 7. – № 5. – С. 111–119.
4. Коршак А.А., Зябкин А.А., Захарченко А.В. Оценка области применения установок рекуперации паров нефтепродуктов по зарубежным данным // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2023. – Т. 13. – № 3. – С. 252–260.
5. Faisal I. Khan, Aloke Kr. Ghoshal removal of volatile organic compounds from polluted air // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2000. – № 13. – P. 527–545.
6. Броунштейн Б.И., Щеголев В.В. Гидродинамика, массо- и теплообмен в колнных аппаратах. – Л.: Химия, 1988. – 336 с.
7. Эксплуатация объектов трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов: В 2-х томах / Ю.Д. Земенков, Р.Р. Исламов, Я.М. Курбанов [и др.]. Том 1. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. – 313 с.
8. Эксплуатация объектов трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов: учебное пособие: в 2 томах / Ю.Д. Земенков, Р Р. Исламов, А.К. Николаев [и др.]. Том 2. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. – 315 с.
9. Методика прогнозирования степени улавливания паров углеводородов при абсорбции / А.А. Коршак, А.В. Николаева, А.С. Нагаткина [и др.] // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов.

ISSN 3030-3907

– 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 202–209. – DOI 10.28999/2541-9595-2020-10-2-202-209.
10. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение / Пер. с нем. – Л.: Химия, 1984. – 216 с.
11. Слесаренко В.В., Лапшин В.Д., Соколова П.А. Совершенствование установок рекуперации паров нефти для снижения вредных выбросов в атмосферу // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 53. – С. 182–189.
12. Кривошея И.В., Солтанов С.Х., Юнусов Х.Б. Применение установки рекуперации нефтепродуктов, основанной на адсорбционных свойствах активированного угля // Актуальные проблемы биологической и химической экологии. Сборник материалов V международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 304–307.
13. Официальный сайт компании CarboVac

ISSN 3030-3907