

GAZLARNI SUYULTIRISH VA SUYULTIRISH USULLARI СЖИЖЕНИЕ ГАЗОВ И МЕТОДЫ СЖИЖЕНИЯ LIQUEFACTION OF GASES AND METHODS OF LIQUEFACTION

Mamatova Go'zaloy Jo'ramirzayevna¹, Murodova E'zozxon G'olibjon qizi²

¹Fizika va Texnologik ta'lim kafedrası o'qituvchisi

²ADPI talabasi +998993621907 ezozamurodova351@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20292207>

Annotatsiya: Ushbu maqolada gazlarni suyultirish jarayoni, uning fizik asoslari hamda sanoatda qo'llaniladigan asosiy suyultirish usullari haqida ma'lumot beriladi. Gazlarni past harorat va yuqori bosim ta'sirida suyuq holatga o'tkazish jarayonining ahamiyati, kriogen texnologiyalar va amaliy qo'llanilish sohalari yoritilgan.

Kalit so'zlar: gaz, suyultirish, bosim, harorat, kriogenika, sovitish, izotermik jarayon, adiabatik kengayish.

Аннотация: В данной статье рассматриваются процессы сжижения газов, их физические основы и основные методы сжижения, применяемые в промышленности. Освещается значение перевода газов в жидкое состояние под воздействием низких температур и высокого давления, а также применение криогенных технологий в различных сферах.

Ключевые слова: газ, сжижение, давление, температура, криогеника, охлаждение, изотермический процесс, адиабатическое расширение

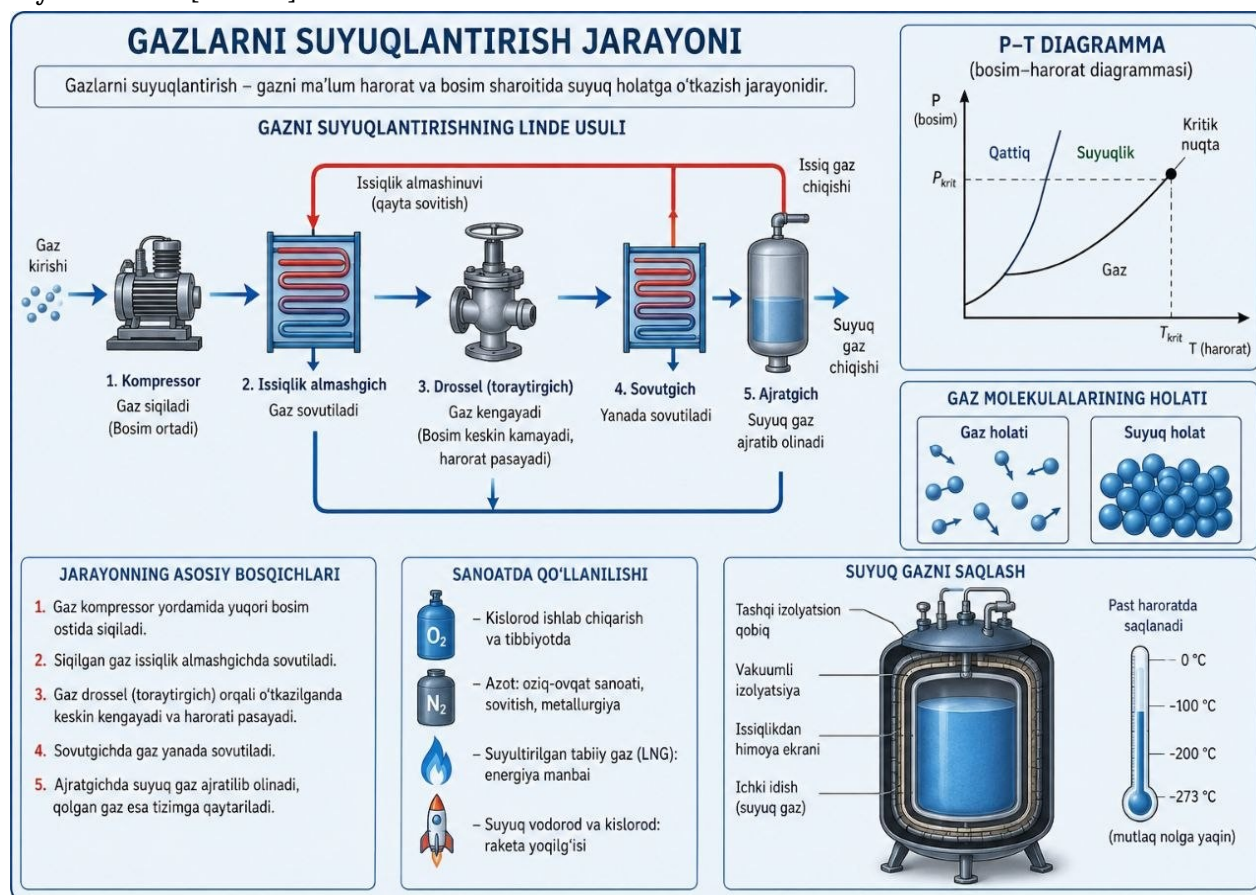
Abstract: This article discusses the process of gas liquefaction, its physical principles, and the main liquefaction methods used in industry. The importance of converting gases into liquid state under low temperature and high pressure, as well as the application of cryogenic technologies in various fields, is highlighted.

Keywords: gas, liquefaction, pressure, temperature, cryogenics, cooling, isothermal process, adiabatic expansion

Kirish. Gazlarni suyultirish zamonaviy fizika va sanoat texnologiyalarining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Gazlarni suyuq holatga o'tkazish jarayoni ilm-fan rivojida katta ahamiyat kasb etib, energetika, tibbiyot, kimyo sanoati, metallurgiya hamda kosmik texnologiyalarda keng qo'llaniladi. Gazlarni suyultirish orqali ularni saqlash, tashish va ulardan samarali foydalanish imkoniyati oshadi. Ayniqsa, kislorod, azot, vodorod va tabiiy gazlarni suyultirish sanoatning turli tarmoqlarida muhim o'rin egallaydi. Gazlarni suyultirish jarayoni asosan gazning haroratini pasaytirish va bosimini oshirish orqali amalga oshiriladi. Bu jarayonda termodinamika qonunlari, issiqlik almashinuvi va molekulalar harakati muhim rol o'ynaydi. Gaz ma'lum kritik haroratdan past sharoitda sovitilganda va yetarli bosim berilganda suyuq holatga o'tadi. Shu sababli gazlarni suyultirish usullarini o'rganish fizik jarayonlarni chuqur anglashga yordam beradi.

Metodologiya. Gazlarni suyultirish-gazsimon moddalarning ma'lum sharoitlarda suyuq holatga o'tish jarayonidir. Bu jarayon asosan gazning haroratini pasaytirish va bosimini oshirish orqali amalga oshiriladi. Gaz molekulalari odatda bir-biridan uzoq masofada joylashgan bo'lib, erkin harakat qiladi. Harorat kamayganda molekulalarning kinetik energiyasi pasayadi va ular bir-biriga yaqinlashadi. Natijada molekulalararo tortishish kuchlari ortib, gaz suyuqlikka aylanishi mumkin. Gazlarni suyultirish jarayonida kritik harorat tushunchasi muhim ahamiyatga ega. Kritik

harorat-bu gazni faqat bosim yordamida suyuqlikka aylantirish mumkin bo'lgan eng yuqori haroratdir. Agar gazning harorati kritik nuqtadan yuqori bo'lsa, u qanchalik bosim ostida bo'lmasin suyuqlikka aylanmaydi. Shu sababli amaliyotda gazlarni avvalo sovitish, keyin esa bosimni oshirish usuli qo'llaniladi.[1. 41-b].Gazlarni suyultirishning bir necha asosiy usullari mavjud. Ulardan biri Linde usuli hisoblanadi. Bu usul nemis olimi Karl fon Linde tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, sanoatda keng qo'llaniladi. Linde usulida gaz kompressor yordamida yuqori bosim ostida siqiladi. Siqilgan gaz issiqlik almashgich orqali o'tkazilib sovitiladi. Keyin gaz tor teshikdan o'tkazilganda keskin kengayadi va harorati pasayadi. Bu hodisa Joule–Tomson effekti deb ataladi. Jarayon bir necha marta takrorlangach, gaz suyuq holatga o'tadi. Joule–Tomson effekti gazlarni suyultirish texnologiyasining asosiy fizik hodisalaridan biridir. Ushbu effektga ko'ra, real gaz yuqori bosimdan past bosimga o'tganda uning harorati o'zgaradi. Ko'pchilik gazlarda bu jarayon sovitish bilan kechadi. Aynan shu xususiyat kriogen qurilmalarda keng foydalaniladi. Mazkur effekt kislorod, azot va tabiiy gazlarni suyultirishda katta ahamiyat kasb etadi. Gazlarni suyultirishning yana bir samarali usuli Klod usuli hisoblanadi. Ushbu usul fransuz olimi Jorj Klod tomonidan yaratilgan. Klod usulida gazning bir qismi maxsus turbina orqali kengaytiriladi. Adiabatik kengayish natijasida gazning ichki energiyasi kamayadi va u soviydi. Bu usul Linde usuliga nisbatan energiya tejamkorligi bilan ajralib turadi. Shu sababli yirik sanoat korxonalarida aynan Klod usulidan foydalaniladi.[2. 29-b].



1-rasm Gazlarni suyultirish jarayoni.

Suyultirilgan gazlar turli sohalarda keng qo'llaniladi. Suyuq kislorod metallurgiyada va tibbiyotda ishlatiladi. Suyuq azot oziq-ovqat mahsulotlarini muzlatish, biologik materiallarni saqlash hamda kriogen tadqiqotlarda muhim o'rin tutadi. Suyuq vodorod esa raketa yoqilg'isi sifatida qo'llaniladi. Bundan tashqari, suyultirilgan tabiiy gaz (LNG) energiya manbai sifatida dunyo bo'ylab keng tarqalgan. Hozirgi davrda kriogen texnologiyalar jadal rivojlanmoqda.

Zamonaviy qurilmalar yordamida juda past haroratlar hosil qilinib, ilmiy tadqiqotlar va sanoatda yangi imkoniyatlar yaratilmoqda. Gazlarni suyultirish texnologiyalarini takomillashtirish energiyani tejash, xavfsizlikni oshirish hamda ekologik muammolarni kamaytirishda muhim omil hisoblanadi. Gazlarni suyultirish jarayonida issiqlik almashinuvi muhim rol o'ynaydi. Issiqlik almashgichlar yordamida sovutilgan gaz o'zining past haroratini boshqa gaz oqimiga uzatadi. Natijada energiyadan samarali foydalanish imkoniyati yaratiladi.[3. 58-b]. Zamonaviy kriogen qurilmalarda ko'p bosqichli sovitish tizimlari qo'llanilib, bu jarayonning samaradorligini oshiradi. Ayniqsa, sanoatda katta hajmdagi gazlarni suyultirishda energiya tejamkor texnologiyalardan foydalanish iqtisodiy jihatdan muhim hisoblanadi.

Gazlarni suyultirish jarayonida termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlari asosiy nazariy asos bo'lib xizmat qiladi. Termodinamikaning birinchi qonuni energiyani saqlanishini ifodalasa, ikkinchi qonuni issiqlik almashinuvi va energiyani tabiiy yo'nalishini tushuntiradi. Gazning kengayishi vaqtida ichki energiyani kamayishi uning sovishiga olib keladi. Shu sababli gazlarni suyultirishda adiabatik kengayish jarayonidan keng foydalaniladi. Suyultirilgan gazlarni saqlash uchun maxsus kriogen idishlar qo'llaniladi. Bunday idishlar issiqlikni tashqi muhitdan ichkariga o'tishini kamaytiradigan ko'p qavatli vakuumli tuzilishga ega bo'ladi. Chunki suyultirilgan gazlar juda past haroratda saqlanadi va tashqi muhit ta'sirida tez bug'lanishi mumkin. Masalan, suyuq azotning harorati taxminan -196°C ni tashkil qiladi.[4. 11-b]. Shu sababli kriogen texnikada xavfsizlik qoidalariga qat'iy rioya qilish talab etiladi. Gazlarni suyultirish texnologiyasi ekologik va iqtisodiy jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Suyultirilgan tabiiy gazni uzoq masofalarga tashish quvurlar qurishga qaraganda ayrim hollarda ancha qulay va arzon hisoblanadi. Bundan tashqari, tabiiy gaz boshqa yoqilg'i turlariga nisbatan atmosferaga kamroq zararli moddalar chiqaradi. Shu bois ko'plab davlatlarda LNG texnologiyalariga katta e'tibor qaratilmoqda. Ilmiy tadqiqotlarda ham suyultirilgan gazlardan keng foydalaniladi. Masalan, fizikada o'ta past haroratlarda moddalarning xossalari o'rganishda suyuq geliy ishlatiladi. O'ta o'tkazuvchanlik va o'ta suyuqlik hodisalari aynan kriogen haroratlarda kuzatiladi. Bu esa zamonaviy elektronika, kvant texnologiyalari va tibbiyot uskunalarining rivojlanishiga xizmat qilmoqda.[5. 61-b]. Kelajakda gazlarni suyultirish texnologiyalarini yanada rivojlantirish orqali energiya sarfini kamaytirish, ekologik xavfsizlikni oshirish va yangi ilmiy yutuqlarga erishish imkoniyatlari kengayadi. Shu sababli ushbu mavzu nafaqat fizika fanida, balki sanoat va texnologiya taraqqiyotida ham dolzarb yo'nalishlardan biri bo'lib qolmoqda.

Gazlarni suyultirish texnologiyalarining rivojlanishi bilan bir qatorda yangi avlod kriogen qurilmalari ham takomillashib bormoqda. Zamonaviy qurilmalar avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari bilan jihozlangan bo'lib, ular harorat, bosim va gaz oqimini aniq nazorat qilish imkonini beradi. Bu esa jarayonning xavfsizligini oshirish bilan birga energiya sarfini kamaytiradi. Avtomatlashtirish texnologiyalari sanoat korxonalarida ishlab chiqarish unumdorligini sezilarli darajada oshirmoqda. Gazlarni suyultirishda ishlatiladigan kompressorlar ham muhim ahamiyatga ega. Kompressorlar gaz bosimini oshirish vazifasini bajaradi va ularning samaradorligi butun tizim ishiga ta'sir ko'rsatadi.[6. 34-b]. Hozirgi kunda yuqori quvvatli va energiya tejamkor kompressorlar ishlab chiqilib, ulardan neft-gaz sanoati hamda kimyo korxonalarida keng foydalanilmoqda. Ayniqsa, tabiiy gazni suyultirish jarayonida ko'p bosqichli kompressor tizimlari qo'llaniladi. Suyultirilgan gazlarni transportirovka qilish uchun maxsus kriogen tankerlar va rezervuarlar qo'llaniladi. Bu transport vositalari juda past haroratni uzoq vaqt davomida saqlash imkoniga ega. Dengiz orqali LNG tashuvchi tankerlar xalqaro savdoda muhim o'rin egallaydi. Chunki suyultirilgan gaz hajmi oddiy gazga nisbatan bir necha yuz marta kichik bo'ladi. Bu esa uni uzoq masofalarga

iqтisodiy jihatdan samarali tashish imkonini beradi. Tibbiyot sohasida kriogen texnologiyalar alohida ahamiyat kasb etadi. Suyuq azot yordamida krioterapiya usullari qo'llanilib, turli teri kasalliklarini davolashda foydalaniladi. Bundan tashqari, biologik hujayralar, qon namunalarini hamda organlarni uzoq muddat saqlashda ham juda past haroratli muhit zarur hisoblanadi. Zamonaviy tibbiyotda kriogen texnologiyalarsiz ko'plab ilmiy va amaliy ishlarni amalga oshirish qiyin. Kosmik texnologiyalarda ham suyultirilgan gazlardan keng foydalaniladi. Suyuq vodorod va suyuq kislorod raketa dvigatellarining asosiy yoqilg'ilaridan biri hisoblanadi.[7. 49-b]. Ularning yuqori energiya ajratish xususiyati kosmik apparatlarni katta tezlik bilan harakatlantirish imkonini beradi. Shu sababli kosmik tadqiqotlar rivojida kriogen texnologiyalar muhim o'rin tutadi. Gazlarni suyultirish texnologiyalarining kelajakdagi istiqbollari juda kengdir. Energiya resurslariga bo'lgan ehtiyojning ortishi, ekologik muammolar va zamonaviy sanoatning rivojlanishi ushbu texnologiyalarni yanada takomillashtirishni talab qiladi. Olimlar tomonidan energiya sarfini kamaytiruvchi yangi usullar ishlab chiqilmoqda. Bu esa gazlarni suyultirish jarayonlarini yanada samarali va ekologik xavfsiz qilishga xizmat qiladi.

Natija va tahlil. Gazlarni suyultirish jarayonlarini o'rganish natijasida gazlarning fizik xossalari, ayniqsa harorat va bosimning modda holatiga ta'siri muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, gazlarni suyultirish uchun avvalo ularning kritik haroratidan past sharoit hosil qilish zarur. Bosimning oshirilishi va haroratning pasaytirilishi natijasida gaz molekulalari orasidagi masofa kamayadi hamda gaz suyuq holatga o'tadi. Tahlillar davomida gazlarni suyultirishning asosiy usullari-Linde usuli, Klod usuli va Joule-Tomson effekti asosidagi texnologiyalar yuqori samaradorlikka ega ekanligi kuzatildi. Linde usulida gazning ketma-ket siqilishi va kengayishi orqali sovitish hosil qilinadi. Bu usul sanoatda keng tarqalgan bo'lib, ayniqsa kislorod va azotni suyultirishda samarali hisoblanadi. Klod usulida esa gazning turbina orqali adiabatik kengayishi qo'shimcha sovitish effektini beradi, natijada energiya sarfi kamayadi. Shuningdek, kriogen texnologiyalar yordamida juda past haroratlarni hosil qilish imkoniyati mavjudligi aniqlandi. Bu esa tibbiyotda suyuq azotdan foydalanish, oziq-ovqat mahsulotlarini muzlatish, raketa yoqilg'ilarini saqlash va metallarga ishlov berishda katta ahamiyat kasb etadi. Gazlarni suyultirish texnologiyalarining rivojlanishi sanoat unumdorligini oshirish bilan birga energiya resurslaridan oqilona foydalanishga ham xizmat qiladi. Umuman olganda, gazlarni suyultirish usullarining rivojlanishi ilm-fan va texnika taraqqiyotida muhim o'rin tutadi. Zamonaviy usullar orqali gazlarni xavfsiz saqlash, uzoq masofalarga tashish va turli sohalarda samarali qo'llash imkoniyatlari kengaymoqda.

Xulosa. Gazlarni suyultirish jarayoni fizika va sanoat texnologiyalarining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon gazlarni past harorat va yuqori bosim ta'sirida suyuq holatga o'tkazishga asoslanadi. Gazlarni suyultirish orqali ularni saqlash, tashish va sanoatda samarali qo'llash imkoniyati sezilarli darajada oshadi. Mavzuni o'rganish davomida gazlarni suyultirishning Linde usuli, Klod usuli hamda Joule-Tomson effekti kabi asosiy texnologiyalari tahlil qilindi. Ushbu usullar kriogen texnologiyalar rivojlanishida muhim o'rin egallab, kislorod, azot, vodorod va tabiiy gazlarni qayta ishlashda keng qo'llanilishi aniqlandi. Ayniqsa, zamonaviy sanoatda energiyani tejash va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda bu texnologiyalarning ahamiyati katta hisoblanadi.

Shuningdek, gazlarni suyultirish tibbiyot, kimyo sanoati, oziq-ovqat texnologiyasi, kosmik tadqiqotlar va metallurgiya kabi ko'plab sohalarda keng qo'llanilishi bilan dolzarb mavzu ekanligi tasdiqlandi. Kelajakda yangi texnologiyalar yordamida gazlarni suyultirish jarayonlarini yanada takomillashtirish va energiya sarfini kamaytirish imkoniyatlari mavjud. Xulosa qilib aytganda,

gazlarni suyultirish usullarini chuqur o'rganish nafaqat fizik jarayonlarni tushunishga, balki zamonaviy texnika va sanoat taraqqiyotini rivojlantirishga ham xizmat qiladi.

References:

1. Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics. - New York: Wiley, 2018.
2. Сивухин Д. В. Общй курс физики. Том 2. Термодинамика и молекулярная физика. - Москва: Наука, 2017.
3. Axmedov A., Xolmirzayev X. Molekulyar fizika va termodinamika. - Toshkent: O'qituvchi, 2020.
4. Landau L. D., Lifshitz E. M. Statistical Physics. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2019.
5. Ismoilov P. Fizika kursi: Molekulyar fizika. - Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
6. Atkins P., De Paula J. Physical Chemistry. - London: Oxford University Press, 2018.
7. Abdullayev B. Kriogen texnologiyalar asoslari. - Toshkent: Universitet nashriyoti, 2022.