

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK – IQTISODIYOT INSTITUTI

“NEFT VA GAZ” FAKULTETI

“Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası

Ro`yxatga olindi:

№ _____
2023 yil “___” _____

“TASDIQLAYMAN”

O`quv ishlari bo`yicha prorektor

2023 yil “___” _____

SUYULTIRILGAN GAZLARNI TASHISH VA SAQLASH JIHOZLARI

O’QUV–USLUBIY MAJMUA

**5320300 - “Texnologik mashinalar va jihozlar” bakalavriat ta’lim yo‘nalishi
talabalari uchun**

Qarshi – 2023

Fanning o'quv–uslubiy majmuasi 5320300 – “Texnologik mashinalar va jihozlar (Neft-gaz sanoati mashinalari va jihozlar)” ta'lim yo'nalishi Malaka talablari, o'quv rejasi va fanning namunaviy dasturiga asosan ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar: **X.K.Eshkabilov** - “Texnologik mashinalar va jihozlar”
kafedra dotsenti, t.f.n., dotsent

Fan o'quv–uslubiy majmuasi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutining “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrasining 2023 yil “____” _____ dagi ____ -sonli yig'ilishida, “Neft va gaz” fakulteti Uslubiy Komissiyasining 2023 yil “____” _____ dagi ____ -sonli yig'ilishida muhokama qilingan va institut Uslubiy Kengashining 2023 yil “____” _____ dagi ____ -sonli yig'ilishi qarori bilan o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i

A.R.Mallayev

Fakulteti Uslubiy komissiyasi raisi

F.I.Murtazayev

Kafedra mudiri:

F.E.Buronov

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK – IQTISODIYOT INSTITUTI

Ro`yxatga olindi:
№ BD – 5320300 – 3.04
2022 yil “___” _____

“TASDIQLAYMAN”
Rektor O.Sh.Bazarov

2022 yil “___” _____

**SUYULTIRILGAN GAZLARNI TASHISH VA
SAQLASH JIHOZLARI**

FANINING O`QUV DASTURI

Bilimi sohasi:	300 000 - Ishlab chiqarish texnik soha
Ta’lim sohasi:	320 000 - Ishlab chiqarish texnologiyalari
Ta’lim yo`nalishi:	5320300 - Texnologik mashinalar va jihozlar (Neftgaz sanoati mashina va jihozlari)

Qarshi – 2022

Fan/modul kodi SUGTSJ3504		O‘quv yili 2022-2023	Semestr(lar) 5	ECTS - Kreditlar 4	
Fan/modul turi Majburiy		Ta’lim tili O‘zbek/rus		Haftadagi dars soatlari 3	
1.	Fanning nomi		Auditoriya mashg‘ulotlari (soat)	Mustaqil ta’lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	SUYULTIRILGAN GAZLARNI TASHISH VA SAQLASH JIHOZLARI		45	75	120
2.	Fanning mazmuni 2.1. Fanni o‘qitish maqsadi va vazifalari Fanni o‘qitishdan maqsad - suyultirilgan gazlarni tashish va saqlashning turli xil usullari; uglevodorodli gazlarni suyultirish jarayonlari; suyutirilgan uglevodorodlar uchun saqlash rezervuarlari; yuqori zichlikga ega bo‘lgan suyultirilgan gazlarni olish va ularni tashishning turli xil ko‘rinishlari; suyultirilgan gazlardagi turli fazaviy o‘zgarisharni; suyultirilgan gazlarni tashish va saqlashda qo‘llaniladigan jamlama va modul blok jihozlarni hamda ularning materiallari to‘g‘risida talabalarga ma’lumotlar berish orqali ularning bilimlarini shakllantirish. Fanning vazifasi - talabalarning suyultirilgan gazlarni olish usullaridan to‘lqincha yetkazish va saqlashgacha qo‘llaniladigan usullar va ularni amalga oshirish uchun texnikalar va maxsus jihozlarni; suyultirilgan uglevodorodlarni tashish va saqlash obyektlarida qo‘llaniladigan jihozlarning turlari va funksiyalarini; suyultirilgan gazlarni tashish va saqlashning zamonaviy vositalarini o‘zlashtirishlari orqali ularda bilim va ko‘nikmalar hosil qilish. 2.2. Asosiy nazariy qism (ma’ruza mashg‘ulotlari) Fan tarkibi mavzulari: 1- Modul. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning olinishi va qo‘llanilishi, rivojlanishi va istiqbollari Ma’ruza №1. Kirish. Uglevodorodli gazlar va ulardan foydalanishning rivojlanishi va istiqbollari Gaz sanoatida uglevodorodli gazlarni olish. Suyultirilgan tabiiy gazlarni ishlab chiqarish va iste’molining rivojlanishi. Tabiiy gazning tarkibi va xossalari. Suyultirilgan va qisilgan (kompressiyalangan) gazlar. Suyultirilgan uglevodorodli gazlar (SUG) ning qo‘llanilishi istiqbollari. Ma’ruza №2. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning tarkibi va tavsifnomalari SUGni olish manbalari. SUGning tasnifi. Savdo markalari ko‘rsatkichlari. SUGning xossalari va fizikaviy tavsifnomalari. Gazning kritik parametrlari. Gaz aralashmasining xossalari. Gazning kritik ko‘rsatkichlari. Gaz aralashmasining xossalari. To‘yingan bug‘lar elastikligi.				

SUG komponentlarining zichligi.

Ma'ruza №3. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning fizik-kimyoviy xossalari

SUGning holat diagrammasi. SUGning issiqlik-fizik ko'rsatkichlari hisobi. Ko'pkomponentli SUG suyuq fazasining asosiy fizik xossalari hisobi. Ko'pkomponentli SUG bug' fazasining asosiy fizik xossalari hisobi.

Ma'ruza №4. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni haydab uzatish uchun jihozlar

SUGning o'ziga xos xususiyatlari. SUGni uzatish uchun zaruriy tavsifnomalar. SUGni haydab-uzatish uchun jihozlar. SUGni uzatish uchun nasos va nasos qurilmalari. SUG uchun kompressorlar va kompressor qurilmalar.

Ma'ruza №5. Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish

SUGning qo'llanilishi sohalari va obyektlari. Gazkimyo va kimyo sohalarida xom-ashyo sifatida foydalanish. Motor yoqilg'isi sifatida qo'llanilishi. Ma'ishiy xizmat sohasida yoqilg'i sifatida SUGdan foydalanish.

2-Modul. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni tashish uchun jihozlar

Ma'ruza №6. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni temir yo'l orqali tashish

SUGni tashishda qo'llaniladigan transport turlari. SUGni temir yo'l orqali tashish. Umumiy tushunchalar. Maxsus vagon-sisternalar. Tashishning meyoriy ko'rsatkichlari. Sisternalar turlari, konstruksiyalari, jihozlari, tashkil etuvchi elementlari. Temir yo'l sisternalariga SUGni quyish va to'kib olish jihozlari.

Ma'ruza №7. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni avtomobil transportida tashish

SUGni avtomobil transportida tashish. Umumiy tushunchalar. Tashishning meyoriy ko'rsatkichlari. Avtotsisternalar turlari, konstruksiyalari, jihozlari, tashkil etuvchi elementlari. Avtotsisternalarga SUGni quyish va to'kib olish jihozlari.

Ma'ruza №8. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni suv transportida va quvurlar orqali tashish

SUGni suv transportida tashish. SUGni tashish uchun tankerlar. Umumiy tushunchalar. Tashishning me'yoriy hujjatlari. SUGni quvurlar orqali tashish. Quvurlarda tashishda qo'llaniladigan zapor-armatura qurilmalari va o'lchash vositalari. SUGni konteyner-sisternalarda tashish.

Ma'ruza №9. Suyultirilgan gazlar regazifikatsiya qurilmalari

Tabiiy ravishda bug'lantirish bilan regazifikatsiyalash. Sun'iy ravishda bug'lantirish bilan regazifikatsiyalash. Gaz ta'minotida gaz-havo aralashmaidan foydalanish va uni amalga oshirish uchun jihozlar. Regazifikatsiya qurilmasi jihozlarini hisoblash.

Ma'ruza №10. Suyultirilgan gazlarni tashish va saqlashda qo'llaniladigan jihozlar uchun materiallar

Yuqori bosimli idishlarni mustahkamlikga hisoblash va material turini tanlash. Idish ishonchligini ta'minlash shartlari. Payvand chokli va

payvandsiz idishlarni tayyorlash va ular uchun materiallar tanlash. Jihozlarda korroziya jarayonlarining sodir bo'lishi va ishonchlilikga ta'siri oldini olish. Quvurlar, ventil va jumraklar elementlari uchun materiallar.

3-Modul. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni saqlash uchun jihazlar

Ma'ruza №11. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni saqlash

SUGni po'lat rezervuarlarda o'zgaruvchan harorat va yuqori bosimlarda saqlash. SUGni po'lat va temir-beton rezervuarlarda past haroratlarda (izotermik) saqlash. SUGni past haroratli saqlashda texnologik ko'rsatkichlarni hisoblash. SUGni yer ostida saqlash. Saqlash sharoitlari va qo'llaniladigan qurilmalar hamda ularning jihozlari.

Ma'ruza №12. Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish obyektlari jihozlari

SUGdan foydalanish obyektlari turlari. Gaz to'ldirish stansiyalari jihozlari. Gaz to'ldirish punktlari jihozlari. Ma'ishiy gaz ballonlarini to'ldirish nasos-kompressor bo'linmasi. Avtomobillarga gaz to'ldirish stansiyasi jihozlari, Avtonom gaz ta'minlash tizimlari. SUGni quyish-to'kish uchun jihozlar.

Ma'ruza №13. Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish uchun texnologik tizimlar

SUGni bug'latish zarurati va qo'llaniladigan bug'latgichlar. Avtomobilga gaz to'ldirish stansiyasi texnologik tizimlari. Ko'p yonilg'ili gaz to'ldirish stansiyasi texnologik tizimlari. Ma'ishiy ballonlarni to'ldirish punktlari texnologik tizimlari.

Ma'ruza №14. Kompressiyalangan tabiiy gaz

Kompressiyalangan tabiiy gaz (KTG) tavsifnomalari. KTGdan foydalanish. Magistral quvurlar orqali KTGni tashish. KTGni tashish va saqlash jihozlari. Izotermik rezervuarlar, yer usti va yer osti idishlari.

Ma'ruza №15. Kompressiyalangan tabiiy gazdan foydalanish obyektlari jihozlari

Avtomobillarga gaz to'ldirish kompressor stansiyalari va uni tashkil etuvchi jihozlar. KTGni saqlash uchun mobil bloklar. Avtomobil uchun uning markasiga mos yuqori bosimli choksiz po'lat gaz ballonlar. Ballonlarning turlari, konstruktiv bajrilishlari, materiallari va foydalanishga qo'yiladigan talablar.

2.3. Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Amaliy mashg'ulotlar uchun qo'yidagi mavzular tavsiya etiladi.

1. SUG ning asosiy xossalarini o'rganish.
2. SUGning tarkibi va tavsifnomalarini o'rganish.
3. SUGning issiqlik-fizik parametrlarini hisoblash.
4. SUGni saqlash uchun yuqori bosimli rezervuarlarning konstruktiv bajarilishlarini o'rganish, mustahkamlik hisobi.
5. SUGni tashishda qo'llaniladigan sisternalarning konstruktiv bajarilishlarini o'rganish.
6. SUGdan foydalanish obyektlarining tiplari bo'yicha qo'llaniladigan jihazlar turlarini o'rganish.

7. Yuqori bosimli quvurlarning gidravlik hisobi.

8. Yuqori bosimli idishlarning mustahkamlik hisoblari.

Amaliy mashg'ulotlar multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada bir akademik guruhga bir o'qituvchi tomonidan o'tkaziladi. Mashg'ulotlar faol va interfaol usullar yordamida o'tilishi, mos ravishda munosib pedagogik va axborot texnologiyalar qo'llanilishi maqsadga muvofiq.

2.4. Laboratoriya mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Fan bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlari namunaviy o'quv rejada ko'zda tutilmagan.

2.5. Kurs ishi (loyihasi) bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Fan bo'yicha kurs ishi (loyihasi) namunaviy o'quv rejada ko'zda tutilmagan.

2.6. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. SUGni tashish va saqlash texnologiyalarining rivojlanishi.
2. Tabiiy gazning jahon miqyosidagi o'rni va zahiralar.
3. Tabiiy gazning fizikafiy va fizik-kimyoviy xossalari.
4. Tabiiy gazning tarkibi va xossalari.
5. SUGning qo'llanilishi sohalari.
6. SUG holat diagrammalari va kritik parametrlari.
7. SUGni olish manbalari va ishlab chiqarish usullari.
8. Yuqori zichlikdagi SUGni olish va ulardan foydalanish.
9. SUGdan kimyo sanoatida xom-ashyo sifatida foydalanish.
10. SUG dan motor yoqilg'isi sifatida foydalanish.
11. SUGdan maishiy turmush sohasida yonilg'i sifatida foydalanish.
12. SUGni sovitish usullari.
13. SUG xossalariga uning tarkibiy komponentlariga bog'liqligi.
14. SUGni saqlash usullari.
15. SUGni yer ostida saqlash rezervuarlari.
16. SUGni past haroratli saqlash.
17. SUGni past haroratli saqlash uchun yer usti po'lat va temir-beton rezervuarlari.
18. SUGni sovitish uchun qurilmalar.
19. SUGni regazifikatsiya qilish qurilmalari.
20. SUGni tashish usullari.
21. Suyultirilgan neft gazlarini temir yo'lda tashish.
22. SUG ni vagon-sisternalarda tashish.
23. Suyultirilgan propan-butanni ballonlarda va sirpanuvchi rezervuarlarda tashish.
24. Suyultirilgan neft gazlarini avtotsichternalarda tashish.
25. SUGni dengizlarda tashish.
26. SUG ni tashish uchun tankerlar.
27. Membranli va sferik tankerlar, ularning konstruktiv bajarilishlari.
28. SUGni daryo transportida tashish.
29. SUGni aviatriansportda tashish.
30. SUGni quvurlar orqali tashish.

	31. SUGni konteyner-sisternalarda tashish. 32. SUGni tashishda quyish va to'kish qurilmalari. 33. KTG dan gazkimyo va kimyo sohalarida foydalanish. 34. KTG dan tchki yonuv dvigatellari uchun yonilg'i sifatida foydalanish. 35. KTGdan foydalanish uchun idishlar va ularning konstruktiv bajarilishlari.. 36. Yuqori bosimli idishlarni tayyorlash usullari va ular uchun materiallar.
3.	Fanni o'rganishning natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar) - suyultirilgan va kompressiyalangan gazlar to'g'risida ma'lumotlarni qabul qilib olish, tahlil qilish, umumlashtirish, o'z oldiga maqsad qo'yish va unga erishish yo'llarini tanlash; - hamkasblari bilan birgalikda ishlarni tashkil etish (kooperatsiya), jamoada birga ishlashga tayyor bo'lish; - o'z saviyasini yuksaltirishga, o'zining malakasi va mahoratini oshirishga intilish; - to'plagan tajribalarini tanqidiy mulohaza qilish, mustaqil ravishda ishlash ko'nikmasini oshirish, zamonaviy ta'lim va informatsion texnologiyalardan foydalanib mustaqil ravishda yangi bilimlarni egallash; - ma'lumotlarni olish, saqlash va ularga ishlov berish asosiy metodlari va vositalarini yaxshi bilish, ma'lumotlarni boshqarish vositasi sifatida kompyuter bilan ishlash; - amaliy faoliyatida o'z bilimlarini oshirish uchun ijodiy yondoshuvni qo'llash, nazariya va amaliyotni birgalikda qo'shib olib borish. Fanni o'zlashtirishlari natijasida talabalar quyidagi ta'lim natijalarini namoyish qilishlari kerak: talaba bilishi kerak: - suyultirilgan gazlarning tarkibi, fizik-kimyoviy va issiqlik –fizik xossalari to'g'risida asosiy ma'lumotlarni va ularni ta'minlash bo'yicha o'rnatilgan talablar hamda umumiy ma'lumotlarni; - suyultirilgan gazlarni quyish-to'kish va komprissiyalangan gazlarni uzatish uchun qo'llaniladigan jihozlar haqida; - tabiiy gaz komponentlari va aralashmalarining fazaviy o'zgarishlari va ularni tashishga bo'lgan me'riy hujjatlardan foydalanish va ularga amal qilishni to'g'risida umumiy ma'lumotlarni; - suyultirilgan uglevodoroli gazlarni tashish usullarini va ishlab chiqarish texnologmk jarayonida qo'llaniladigan jihozlarni, hamda tashishga o'rnatilgan asosiy talablar va texnik hujjatlarni rasmiylashtirish to'g'risida; - suyultirilgan uglevodoroli gazlarni saqlash va unla qo'llaniladigan qurilmalar va ularning elementlarini, ishlab chiqarish sharoitida qo'llaniladigan jihozlarni; - suyultirilgan gazlarni regazifikatsiya qilish jarayonini va texnologik jarayonda qo'llaniladigan jihozlarni; - suyultirilgan gazlarni tashish va saqlash jarayonida qo'llaniladigan jihozlarni tayyorlashda qo'llaniladigan materiallar to'g'risida ma'lumotlarni; -suyultirilgan gazlarni regazifikatsiya qilish jarayoni va qo'llaniladigan jihozlar ishlash prinsiplari haqida; - komprissiyalangan gazlarning xosalarini.

	talaba bilimga ega bo'lishi kerak: - suyultirilgan gazlarning tarkibi, tasnifi va tavsifnomalari to'g'risida asosiy ma'lumotlarni; - suyultirilgan gazlarni tashish va saqlash jarayonida qo'llaniladigan jihozlar elementlarini tayyorlashda qo'llaniladigan materiallar to'g'risida; - suyultirilgan gazlarni tashish metodlarini, tashish usullariga bog'liq ravishda o'rnatilgan meyoriy texnik hujjatlar turlarini, texnik hujjatlardan foydalanish to'g'risida; - suyultirilgan gazlarni tashish usullariga bog'liq ravishda foydalaniladigan qurilmalar va jihozlarni, ularning ishlash konstruksiyalari va ishlash prinsiplarini; - suyultirilgan gazlarni quyish-to'kish va komprissiyalangan gazlarni uzatish uchun qo'llaniladigan jihozlar ishlash prinsiplari va ulardan foydalanish haqida; - uglevodorodli gazlarni saqlash usullarini va saqlash jarayonida qo'llaniladigan asosiy jihozlar va ularning konstruktiv bajarilishlarini, tashkil etuvchi elementlari va ularning vazifalari to'g'risida; - suyultirilgan gazlardan foydalanish texnologik obyektlarining turlari va ularning ishlab chiqarish sharoitida qo'llaniladigan jihozlar komplekslari tarkiblari to'g'risida; - suyultirilgan gazlarni regazifikatsiya qilish jarayoni va qo'llaniladigan qurilmalar texnologik sxemalari haqida; - neft va gazni qayta ishlashning turli usullari haqida; - neft va gazni qayta ishlashda qo'llaniladigan asosiy jihozlar haqida. talaba ko'nikmalarni egallashi kerak: - suyultirilgan gazlarning xossalarini aniqlashda texnik meyoriy ma'lumotnomalardan foydalanish bo'yicha; - suyultirilgan gazlarni tashish va saqlash, regazifikatsiya qidish jihozlari elementlari uchun materiallarni tanlash; - suyultirilgan gazlarni tashishga va saqlashga o'rnatilgan me'riy hujjatlarni rasmiylashtirish, texnik hujjatlar asosida texnik xodimlar bilan hamkorlikda ishlash; - regazifikatsiya qurilmalari qurilmalari va jihozlaridan foydalanishda texnik xodimlar bilan o'zaro bog'langan holda faoliyat olib borish; - suyultirilgan gazlardan foydalanish texnologik obyektlarida turlari bo'yicha texnik meyoriy hujjatlarini rasmiylashtirish, obyektlarda jihozlardan foydalanishda texnik xodimlar bilan hamkorlikda ishlash; - suyultirilgan gazlarni quyish-to'kish qo'llaniladigan nasoslar va nasosli qurilmalar va komprissiyalangan gazlarni uzatishda qo'llaniladigan kompressorlar va kompressorli qurilmalardan foydalanish haqida.
4.	Ta'lim texnologiyalari va metodlari - informatsion-rivojlantiruvchi texnologiyalar, bilimlar tizimini shakllantirishga, yodda saqlash va ulardan foydalanishga yo'naltirgan. Ma'ruzalarni tashkil etish va o'qish hamda amaliy mashg'ulotlarni o'tkazish metodlari, sohaga tegishli adabiyotlar va davriy nashrlarni mustaqil o'rganish, bilimlarni mustaqil ravishda boyitish uchun zamonaviy informatsion texnologiyalarni qo'llash, shu jumladan axborotlarning texnik va elektron

	vositalaridan foydalanish, internet resurslariga murojaat qilish; - shaxsga yo'naltirilgan ta'lim texnologiyalari, o'quv jarayoni mobaiynida ta'lim oluvchilarning turli xildagi qobiliyatlarini hisobga olishni ta'minlovchi, ularning individual qobiliyatlarini rivojlantirish uchun zaruriy sharoitlarni ta'minlovchi, o'quv jarayonida ta'lim oluvchining faolligini rivojlantiruvchi. Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim texnologiyalari o'qituvchi va talabaning o'zaro individual tezkor-so'rov muloqotida, uyga berilgan individual topshiriqlarni bajarishlarida, murakkab va munozarali masalalarni yechishlarda, haftalik maslahatlar davomida amalga oshiriladi. O'quv jarayonini tashkil etishda faol va interfaol ta'lim metodlari: dialog, suhbat, guruhlarda va guruhda kichik guruhchalarga bo'lib ishlash kabilardan foydalaniladi. Ma'ruzalarni o'qishda multimediya texnologiyalarini qo'llash, taqdimot va tarqatma materiallarda hamada elektron modulli majmualardan foydalanish nazarda tutiladi. Talabalarning individual ravishda berilgan fan mavzulari bo'yicha mustaqil ishi bajarilishi ko'zda tutilgan bo'lib, ularning auditoriyadan tashqari mustaqil ishlashlari institut axborot-resurs markazlari, o'quv zallari, Internet tarmog'i resurslari va institut lokal tarmoqlari resurslaridan foydalanilgan holda amalga oshiriladi. Fan bo'yicha amaliy mashg'ulotlarni o'tishdatabiiy gaznining fizik-kimyoviy va issiqlik-fizik xossalari haqida ma'lumotnomalar materiallaridan, standat bo'yich ma'lomotlardan, texnologik jihozlar mavjud maketlaridan, texnologik texnologik sxemalardan, apparat va jihozlarning namunalardan va boshqa turdagi yuqori bosimli idishlar yig'ma birliklari tuzilishi, ishlash prinsiplarini o'rganish bilan bir qatorda ularning mustahkamlik ko'rsatkichlarini aniqlash va ishlash samaradorliklarini baholash bo'yicha misol va masalalar yechiladi. Auditoriya mashg'ulotlari ma'ruza shaklida PK va videoprojektorlardan foydalangan holda mavzuga oid taqdimot materiallari orqali ma'ruza mashg'ulotlari xonalarida, amaliy mashg'ulotlar esa bir akademik guruhga bir professor-o'qituvchi tomonidan "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasiga tegishli amaliy mashg'ulotlar uchun xonalarda suyultirilgan gazlarning xossalari o'rganish bo'yicha laboratoriya stendlaridan, qurilma jihozlarining maketlaridan, qirqimli modellardan, asl namunalardan foydalanilib o'tiladi. Talabalarning mustaqil ta'limi amaliy mashg'ulotlarga tayyorgarlik, mustaqil ta'lim bo'yicha mavzularni o'zlashtirishlar kabilarni nazarda tutadi. Mustaqil ishlar nazorati hamda uning bajarilishi va rasmiylashtirishlar bo'yicha o'qituvchining yordami maslahatlar shaklida olib boriladi. Talabalar kafedra tomonidan ishlab chiqilgan mustaqil ishlar mavzulari bo'yicha individual ravishda mustaqil ishlarini bajaradi va uni baholash berkitilgan rahbar o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.
5.	Kreditlarni olish uchun talablar Fan mavzulariga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, egallagan umumiy tushunchalar bo'yicha tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganayotgan jarayonlar haqida mustaqil ravishda

	mushohada yuritish, joriy nazoratlarni va berilgan mavzu bo'yicha mustaqil ishni topshirish, oraliq nazorat shakllarida berilgan individual vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha test topshirish.
6.	Adabiyotlar 6.1. Asosiy adabiyotlar 1. Murodov O.E., Yuldashev T.R., Eshkabilov X.K. Neft va gaz ishi asoslari. O'quv qo'llanma. –Qarshi, "Nasaf", 2012. 2. Коршак А.А., Шаммазов А.М., Основы нефтегазового дела. Учебник. –Уфа, ООО «Дизайн Полиграф Сервис», 2005. -524 с. 3. Xiuli Wang, Michael Economides. Advanced natural gas engineering. Copyright © 2009 by Gulf Publishing Company Houston, Texas. -331 p. 4. Коннова Г.П. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа. – Ростов на Дону, Феникс, 2006. -128 с. 6.2. Qo'shimcha adabiyotlar 1. Колпакова Н.В., Колпакова А.С. Газоснабжение. Учебное пособие. – Екатеринбург, Издательство Урал. ун-та, 2014. - 200 с. ISBN 978-5-7996-1185-9. 2. Лapidус А.Л., Голубева И.А., Жагфаров Ф.Г. Газохимия. Часть I. Первичная переработка углеводородных газов. –М.: РГУ Нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. -246 с. 3. Коротаев Ю.П, Ширковский А.И. Добыча, транспорт и подземное хранение газа. –М.: Недра, 1984. – 484 с. 4. Polvonov A.S., Bozorov S.M. va b. Transport vositalarida ishlatiladigan materiallar. O'quv qo'llanma. –T.: Fan, 2003. -223 b. 6.3. Axborot manbalari 1. http://www.dobi.oglib.ru. Neft va gaz elektron kutubxonasi. 2. http://ziyonet.uz. Axborot ta'lim tarmog'i. 3. http://www.ngv.ru. Neft va gaz elektron ma'lumotlari sayti. 4. http://www.neftegaz.ru
	Fan dasturi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti Kengashining 202__ yil “__” _____dagi ____-sonli bayonnomasi bilan ma'qullangan. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 202__ йил “__” _____dagi ____-sonli buyrug'i bilan ma'qullangan fan dasturlarini tegishli tayanch oliy ta'lim muassasasi tomonidan tasdiqlashga rozilik berilgan.
	Fan/modul uchun mas'ullar: Eshkabilov X.K. – QarMII “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası dotsenti, t.f.n., dotsent Mirzayev E.S. – QarMII “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası dotsenti
	Taqrizchilar: E.A.Raxmatov –QarMII, NGF, “Neft va gazni qayta ishlash kafedrası dotsenti, PhD; N.R.Sultonov - “Uzbekistan GTL” MChJ, zavod “Texnika va texnologiyalar” bo'limi yetakchi muhandisi.

OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

QARSHI MUHANDISLIK – IQTISODIYOT INSTITUTI

Ro`yxatga olindi:

№ _____
2022 yil “___” _____

“TASDIQLAYMAN”

O`quv ishlari bo`yicha prorektor
_____ O.N.Bozorov
2022 yil “___” _____

SUYULTIRILGAN GAZLARNI TASHISH VA SAQLASH JIHOZLARI

FAN SILLABUSI

Bilimi sohasi:	300 000 - Ishlab chiqarish texnik soha
Ta’lim sohasi:	320 000 - Ishlab chiqarish texnologiyalari
Ta’lim yo`nalishi:	5320300 - Texnologik mashinalar va jihozlar (Neftgaz sanoati mashina va jihozlari)

Qarshi – 2022

Fanning sillabusi 5320300 – “Texnologik mashinalar va jihozlar (Neft-gaz sanoati mashinalari va jihozlar)” ta’lim yo’nalishi Malaka talablari, o`quv rejasi va fanning namunaviy dasturiga asosan ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar: **X.K.Eshkabilov** - “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası dotsenti, t.f.n., dotsent
E.S.Mirzayev - “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası dotsenti

Fan sillabusi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutining “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrasining 2022 yil “____” _____dagi ____-sonli yig‘ilishida, “Neft va gaz” fakulteti Uslubiy Komissiyasining 2022 yil “____” _____dagi ____-sonli yig‘ilishida muhokama qilingan va institut Uslubiy Kengashining 2022 yil “____” _____dagi ____-sonli yig‘ilishi qarori bilan o‘quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i

Sh.R.Turdiyev

Fakulteti Uslubiy komissiyasi raisi

B.Yu.Nomozov

Kafedra mudiri:

Z.U.Sunnatov

Fan/modul kodi SGTSJ3504	O'quv yili 2022-2023	Semestr(lar) 5	ECTS - Kreditlar 4	
Fan/modul turi Majburiy	Ta'lim tili O'zbek/rus		Haftadagi dars soatlari 3	
Fanning nomi		Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
SUYULTIRILGAN GAZLARNI TASHISH VA SAQLASH JIHOZLARI		45	75	120

O'qituvchi haqida ma'lumot

Kafedra nomi	Texnologik mashinalar va jihozlar		
O'qituvchilar	F.i.sh.	Telefon raqami	e-mail
Ma'ruzachi	Eshkabilov Xoliquil Karshiyevich	+998977300927	kholik@rambler.ru
Ma'ruzachi	Mirzayev Ergash Safarovich	+998936950762	ergash.mirzayev@mail.ru
Amaliy mashg'ulot	Eshkabilov Xoliquil Karshiyevich	+998977300927	kholik@rambler.ru
Amaliy mashg'ulot	Mirzayev Ergash Safarovich	+998936950762	ergash.mirzayev@mail.ru
Amaliy mashg'ulot	Raximov G'anisher Baxtiyorovich	+998942977563	ganisher.raximov@mail.ru

I. Fanning mazmuni

1.1. Fanni o'qitish maqsadi va vazifalari

Fanni o'qitishdan maqsad - suyultirilgan gazlarni tashish va saqlashning turli xil usullari; uglevodorodli gazlarni suyultirish jaarayonlari; suyultirilgan uglevodorodlar uchun saqlash rezervuarlari; yuqori zichlikka ega bo'lgan suyultirilgan gazlarni olish va ularni tashishning turli xil ko'rinishlari; suyultirilgan gazlardagi turli fazaviy o'zgarisharni; suyultirilgan gazlarni tashish va saqlashda qo'llaniladigan jamlama va modul blok jihozlarni hamda ularning materiallari to'g'risida talabalarga ma'lumotlar berish orqali ularning bilimlarini shakllantirish.

Fanning vazifasi - talabalarning suyultirilgan gazlarni olish usullaridan to'liq ma'lumot berish va saqlashgacha qo'llaniladigan usullar va ularni amalga oshirish uchun texnikalar va maxsus jihozlarni; suyultirilgan uglevodorodlarni tashish va saqlash obyektlarida qo'llaniladigan jihozlarning turlari va funksiyalarini; suyultirilgan gazlarni tashish va saqlashning zamonaviy vositalarini o'zlashtirishlari orqali ularda bilim va ko'nikmalar hosil qilish.

Ushbu sillabus hozirgi zamon fan va texnika yutuqlaridan foydalanib, suyultirilgan uglevodorodli gazlarni tashish, quyish-to'kish va saqlash, kompressiyalangan gazlarni uzatish va ulardan foydalanish texnologik obyektlari asosiy texnologik jarayonlarida qo'llanilayotgan statsionar va mobil blokli qurilmalar va jihozlar, hamda suyultirilgan gazlarni tashish va saqlash zamonaviy texnologiyalari va jihozlari bo'yicha ma'lumotlar asoslarida o'rganish orqali tanishish maqsadida tuzib chiqilgan.

1.2. Fanning Oliy ta'lim asosiy ta'lim dasturi strukturasiida tutgan o'rni

Fan "Neft-gaz sanoati mashinalari va jihozlari" magistratura mutaxassisligi bo'yicha bakalavrlar tayyorlashga yo'naltirilgan bo'lib, ta'lim yo'nalishining tanlov fanlar blokiga kiradi, suyultirilgan uglevodorodli gazlar, hamda komprissiyalangan gazlarda foydalanishda ularni tashish va uzatish, saqlash jarayonlarida qo'llaniladigan jihozlardan foydalanishda texnologik obyektlar texnologik tizimlari va meyoriy hujjatlarini o'rganishga qaratilgan.

Fan bitiruvchining umummadaniy va kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishga mo'ljallangan. Fanning mazmuni majburiy fanlar bloki moduliga kiruvchi 1- va 2- kurslarda o'rganiladigan matematika, fizika, kimyova neft va gaz konlari asoslari bo'yicha olingan bilimlarni jalb qilish orqali izoh etiladi.

Fan quyidagi yo'nalishlarni yoritadi: suyultirilgan va komprissiyalangan uglevodorodli gazlardan foydalanishning rivojlanishi asosiy yo'nalishlari va istiqbollari; suyultirilgan uglevodorodli gazlarning fizik-kimyoviy va issiqlik-fizik xossalari, suyultirilgan gazlar tasniflari, uglevodorodli gazlarning tarkibi va asosiy manbalari; tabiiy gazlarda sodir bo'ladigan fazaviy o'zgarishlar; suyultirilgan va komprissiyalangan gazlarni uzatish jihozlari, suyultirilgan gazlarni tashish va saqlash usullari, ushbu usullarni amalga oshirish uchun qo'llaniladigan qurilmalar va jihozlarning ishlash prinsiplari va konstruksiyalari; suyultirilgan gazlarni regazifikatsiyalash, suyultirilgan va komprissiyalangan gazlardan foydalanish obyektlarida qo'llaniladigan ishlab chiqarish jarayonlari va jihozlar komplekslari; jiho'yadfnining konstruktiv bajarilishlari va ularning aloxida elementlarini tayyorlashda qo'llaniladigan materiallar hamda ularni tanlash, texnologk tizimda foydalaniladigan meyoriy hujjatlar va ulardan foydalanish-rasmiylashtirish, yuqori bosimli idishlardan foydalanishda ularning ishonchliligini ta'minlash masalalari.

Fanni o'qitish o'quv jarayonini tashkil etishning ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shakllarida jihozlarning konstruktiv bajarilishlari, ularning ishlash sharoitlari, tashish va saqlash jarayonlarida qo'llaniladigan texnologik jihozlarning o'ziga xos – xususiyatlari, ularni tayyorlash jarayoniga va ulardan foydalanishda texnologik jarayonlarning aloxida qismlari uchun qabul qilingan texnik meyoriy hujjatlarni o'rganish orqali ishlab chiqarish havfsizligini ta'minlash; texnologik jarayonda avtomatlashtirilgan tizimlarni qo'llagan holda jihozlarni ishlatishni kompyuter texnologiyalaridan foydalangan holda amalga oshirishni ko'zda tutadi. Bu turlarda bilim berish o'quv filmlarini namoyish qilish orqali, talabalarning mustaqil ishlarini bajarishlari va fan bo'yicha maslahatlar bilan to'ldiriladi.

Fanning o'quv dasturi bo'yicha oraliq nazoratlar test ko'rinishida, amaliy mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha og'zaki savol-javob va oxirgi yakuniy nazorat ko'zda tutilgan.

2. Fanni o'rganish natijasida ta'lim oluvchida shakllanadigan kompetensiyalar

Ushbu fanni o'zlashtirish davomida talaba Oliy ta'limning Davlat standarti Malaka talablarining bajarilishini ta'minlovchi Oliy ta'lim Asosiy ta'lim dasturiga ko'ra quyidagi umummadaniy va umumkasbiy kompetensiyalarini shakllantiradi va namoyish etadi.

- suyultirilgan va kompressiyalangan gazlar to'g'risida ma'lumotlarni qabul qilib olish, tahlil qilish, umumlashtirish, o'z oldiga maqsad qo'yish va unga erishish yo'llarini tanlash;

- hamkasblari bilan birgalikda ishlarni tashkil etish (kooperatsiya), jamoada birga ishlashga tayyor bo'lish;

- o'z saviyasini yuksaltirishga, o'zining malakasi va mahoratini oshirishga intilish;

- to'plagan tajribalarini tanqidiy mulohaza qilish, mustaqil ravishda ishlash ko'nikmasini oshirish, zamonaviy ta'lim va informatsion texnologiyalardan foydalanib mustaqil ravishda yangi bilimlarni egallash;

- ma'lumotlarni olish, saqlash va ularga ishlov berish asosiy metodlari va vositalarini yaxshi bilish, ma'lumotlarni boshqarish vositasi sifatida kompyuter bilan ishlash;

- amaliy faoliyatida o'z bilimlarini oshirish uchun ijodiy yondoshuvni qo'llash, nazariya va amaliyotni birgalikda qo'shib olib borish.

Fanni o'zlashtirishlari natijasida talabalar quyidagi ta'lim natijalarini namoyish qilishlari kerak:

talaba bilishi kerak:

- suyultirilgan gazlarning tarkibi, fizik-kimyoviy va issiqlik –fizik xossalari to'g'risida asosiy ma'lumotlarni va ularni ta'minlash bo'yicha o'rnatilgan talablar hamda umumiy ma'lumotlarni;

- suyultirilgan gazlarni quyish-to'kish va komprissiyalangan gazlarni uzatish uchun qo'llaniladigan jihozlar haqida;

- tabiiy gaz komponentlari va aralashmalarining fazaviy o'zgarishlari va ularni tashishga bo'lgan me'riy hujjatlardan foydalanish va ularga amal qilishni to'g'risida umumiy ma'lumotlarni;

- suyultirilgan uglevodoroli gazlarni tashish usullarini va ishlab chiqarish texnologik jarayonida qo'llaniladigan jihozlarni, hamda tashishga o'rnatilgan asosiy talablar va texnik hujjatlarni rasmiylashtirish to'g'risida;

- suyultirilgan uglevodoroli gazlarni saqlash va unla qo'llaniladigan qurilmalar va ularning elementlarini, ishlab chiqarish sharoitida qo'llaniladigan jihozlarni;

- suyultirilgan gazlarni regazifikatsiya qilish jarayonini va texnologik jarayonda qo'llaniladigan jihozlarni;

- suyultirilgan gazlarni tashish va saqlash jarayonida qo'llaniladigan jihozlarni tayyorlashda qo'llaniladigan materiallar to'g'risida ma'lumotlarni;

- suyultirilgan gazlarni regazifikatsiya qilish jarayoni va qo'llaniladigan jihozlar ishlash prinsiplari haqida;

- komprissiyalangan gazlarning xossalari.

talaba bilimga ega bo'lishi kerak:

- suyultirilgan gazlarning tarkibi, tasnifi va tavsifnomalari to'g'risida asosiy ma'lumotlarni;

- suyultirilgan gazlarni tashish va saqlash jarayonida qo'llaniladigan jihozlar elementlarini tayyorlashda qo'llaniladigan materiallar to'g'risida;
- suyultirilgan gazlarni tashish metodlarini, tashish usullariga bog'liq ravishda o'rnatilgan meyoriy texnik hujjatlar turlarini, texnik hujjatlardan foydalanish to'g'risida;
- suyultirilgan gazlarni tashish usullariga bog'liq ravishda foydalaniladigan qurilmalar va jihozlarni, ularning ishlash konstruksiyalari va ishlash prinsiplarini;
- suyultirilgan gazlarni quyish-to'kish va komprissiyalangan gazlarni uzatish uchun qo'llaniladigan jihozlar ishlash prinsiplari va ulardan foydalanish haqida;
- uglevodorodli gazlarni saqlash usullarini va saqlash jarayonida qo'llaniladigan asosiy jihozlar va ularning konstruktiv bajarilishlarini, tashkil etuvchi elementlari va ularning vazifalari to'g'risida;
- suyultirilgan gazlardan foydalanish texnologik obyektlarining turlari va ularning ishlab chiqarish sharoitida qo'llaniladigan jihozlar komplekslari tarkiblari to'g'risida;
- suyultirilgan gazlarni regazifikatsiya qilish jarayoni va qo'llaniladigan qurilmalar texnologik sxemalari haqida;
- neft va gazni qayta ishlashning turli usullari haqida;
- neft va gazni qayta ishlashda qo'llaniladigan asosiy jihozlar haqida.

talaba ko'nikmalarni egallashi kerak:

- suyultirilgan gazlarning xossalarini aniqlashda texnik meyoriy ma'lumotnomalardan foydalanish bo'yicha;
- suyultirilgan gazlarni tashish va saqlash, regazifikatsiya qidish jihozlari elementlari uchun materiallarni tanlash;
- suyultirilgan gazlarni tashishga va saqlashga o'rnatilgan me'riy hujjatlarni rasmiylashtirish, texnik hujjatlar asosida texnik xodimlar bilan hamkorlikda ishlash;
- regazifikatsiya qurilmalari qurilmalari va jihozlaridan foydalanishda texnik xodimlar bilan o'zaro bog'langan holda faoliyat olib borish;
- suyultirilgan gazlardan foydalanish texnologik obyektlarida turlari bo'yicha texnik meyoriy hujjatlarini rasmiylashtirish, obyektlarda jihozlardan foydalanishda texnik xodimlar bilan hamkorlikda ishlash.
- suyultirilgan gazlarni quyish-to'kish qo'llaniladigan nasoslar va nasosli qurilmalar va komprissiyalangan gazlarni uzatishda qo'llaniladigan kompressorlar va kompressorli qurilmalardan foydalanish haqida.

3. Ta'lim texnologiyalari va metodlari

informatsion-rivojlantiruvchi texnologiyalar, bilimlar tizimini shakllantirishga, yodda saqlash va ulardan foydalanishga yo'naltirgan. Ma'ruzalarni tashkil etish va o'qish hamda amaliy mashg'ulotlarni o'tkazish metodlari, sohaga tegishli adabiyotlar va davriy nashrlarni mustaqil o'rganish, bilimlarni mustaqil ravishda boyitish uchun zamonaviy informatsion texnologiyalarni qo'llash, shu jumladan axborotlarning texnik va elektron vositalaridan foydalanish, internet resurslariga murojaat qilish;

shaxsga yo'naltirilgan ta'lim texnologiyalari, o'quv jarayoni mobaiynida ta'lim oluvchilarning turli xildagi qobiliyatlarini hisobga olishni ta'minlovchi, ularning individual qobiliyatlarini rivojlantirish uchun zaruriy sharoitlarni ta'minlovchi, o'quv jarayonida ta'lim oluvchining faolligini rivojlantiruvchi. Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim texnologiyalari o'qituvchi va talabaning o'zaro individual tezkor-so'rov

muloqotida, uyga berilgan individual topshiriqlarni bajarishlarida, murakkab va munozarali masalalarni yechishlarda, haftalik maslahatlar davomida amalga oshiriladi.

O'quv jarayonini tashkil etishda faol va interfaol ta'lim metodlari: dialog, suhbat, guruhlarda va guruhda kichik guruhchalarga bo'lib ishlash kabilardan foydalaniladi.

Ma'ruzalarni o'qishda multimediya texnologiyalarini qo'llash, taqdimot va tarqatma materiallarda hamada elektron modulli majmualardan foydalanish nazarda tutiladi.

Talabalarning individual ravishda berilgan fan mavzulari bo'yicha mustaqil ishi bajarilishi ko'zda tutilgan bo'lib, ularning auditoriyadan tashqari mustaqil ishlashlari institut axborot-resurs markazlari, o'quv zallari, Internet tarmog'i resurslari va institut lokal tarmoqlari resurslaridan foydalanilgan holda amalga oshiriladi.

Fan bo'yicha amaliy mashg'ulotlarni o'tishdatabiiy gazning fizik-kimyoviy va issiqlik-fizik xossalari haqida ma'lumotnomalar materiallaridan, standart bo'yich ma'lomotlardan, texnologik jihozlar mavjud maketlaridan, texnologik sxemalardan, apparat va jihozlarning namunalardan va boshqa turdagi yuqori bosimli idishlar yig'ma birliklari tuzilishi, ishlash prinsiplarini o'rganish bilan bir qatorda ularning mustahkamlik ko'rsatkichlarini aniqlash va ishlash samaradorliklarini baholash bo'yicha misol va masalalar yechiladi.

Auditoriya mashg'ulotlari ma'ruza shaklida PK va videoproyektorlardan foydalangan holda mavzuga oid taqdimot materiallari orqali ma'ruza mashg'ulotlari xonalarida, amaliy mashg'ulotlar esa bir akademik guruhga bir professor-o'qituvchi tomonidan "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasiga tegishli amaliy mashg'ulotlar uchun xonalarda suyultirilgan gazlarning xossalari o'rganish bo'yicha laboratoriya stendlaridan, qurilma jihozlarning maketlaridan, qirqimli modellardan, asl namunalardan foydalanilib o'tiladi.

Talabalarning mustaqil ta'limi amaliy mashg'ulotlarga tayyorgarlik, mustaqil ta'lim bo'yicha mavzularni o'zlashtirishlar kabilarni nazarda tutadi. Mustaqil ishlar nazorati hamda uning bajarilishi va rasmiylashtirishlar bo'yicha o'qituvchining yordami maslahatlar shaklida olib boriladi. Talabalar kafedra tomonidan ishlab chiqilgan mustaqil ishlar mavzulari bo'yicha individual ravishda mustaqil ishlarini bajaradi va uni baholash berkitilgan rahbar o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

4. Fan tarkibi

4.1. Ma'ruza mashg'ulotlari

T/r	Mavzular nomi	Soat
1	2	3
	5-semestr	
	1- Modul. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning olinishi va qo'llanilishi rivojlanishi va istiqbollari	
1	Kirish. Uglevodorodli gazlar va ulardan foydalanishning rivojlanishi va istiqbollari	2
2	Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning tarkibi va tavsifnomalari	2
3	Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning fizik-kimyoviy xossalari	2

1	2	3
4	Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni haydab-uzatish uchun jihozlar	2
5	Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish	2
	2–Modul. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni tashish uchun jihozlar	
6	Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni temir yo‘l orqali tashish	2
7	Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni avtomobil transportida tashish	2
8	Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni suv transportida va quvurlar orqali tashish	2
9	Suyultirilgan gazlar regazifikatsiya qurilmalari	2
10	Suyultirilgan gazlarni tashish va saqlashda qo‘llaniladigan jihozlar uchun materiallar	2
	3-Modul. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni saqlash uchun jihozlar	
11	Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni saqlash	2
12	Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish obyektlari jihozlari	2
13	Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish uchun texnologik tizimlar	2
14	Kompriksiylangan tabiiy gaz	2
15	Kompriksiylangan tabiiy gaz obyektlari jihozlari	2
	Jami	30

Ma’ruza mashg‘ulotlari mavzulari:

1- Modul. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning olinishi va qo‘llanilishi, rivojlanishi va istiqbollari

Ma’ruza №1. Kirish. Ulevodorodli gazlar va ulardan foydalanishning rivojlanishi va istiqbollari

Gaz sanoatida ulevodorodli gazlarni olish. Suyultirilgan tabiiy gazlarni ishlab chiqarish va iste’molining rivojlanishi. Tabiiy gazning tarkibi va xossalari. Suyultirilgan va qisilgan (kompriksiylangan) gazlar. Suyultirilgan ulevodorodli gazlar (SUG) ning qo‘llanilishi istiqbollari.

Ma’ruza №2. Suyultirilgan ulevodorodli gazlarning tarkibi va tavsifnomalari

SUGni olish manbalari. SUGning tasnifi. Savdo markalari ko‘rsatkichlari. SUGtshtp xossalari va fizikaviy tavsifnomalari. Gazning kritik parametrlari. Gaz aralashmasining xossalari. Gazning kritik ko‘rsatkichlari. Gaz aralashmasining xossalari. To‘yingan bug‘lar elastikligi. SUG komponentlarining zichligi.

Ma’ruza №3. Suyultirilgan ulevodorodli gazlarning fizik-kimyoviy xossalari

SUGning holat diagrammasi. SUGning issiqlik-fizik ko‘rsatkichlari hisobi. Ko‘pkomponentli SUG suyuq fazasining asosiy fizik xossalari hisobi. Ko‘pkomponentli SUG bug‘ fazasining asosiy fizik xossalari hisobi.

Ma'ruza №4. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni haydab uzatish uchun jihozlar

SUGning o'ziga xos xususiyatlari. SUGni uzatish uchun zaruriy tavsifnomalar. SUGni haydab-uzatish uchun jihozlar. SUGni uzatish uchun nasos va nasos qurilmalari. SUG uchun kompressorlar va kompressor qurilmalar.

Ma'ruza №5. Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish

SUGning qo'llanilishi sohalari va obyektlari. Gazkimyo va kimyo sohalarida xom-ashyo sifatida foydalanish. Motor yoqilg'isi sifatida qo'llanilishi. Ma'ishiy xizmat sohasida yoqilg'i sifatida SUGdan foydalanish.

2-Modul. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni tashish uchun jihozlar

Ma'ruza №6. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni temir yo'l orqali tashish

SUGni tashishda qo'llaniladigan transport turlari. SUGni temir yo'l orqali tashish. Umumiy tushunchalar. Maxsus vagon-sisternalar. Tashishning meyoriy ko'rsatkichlari. Sisternalar turlari, konstruksiyalari, jihozlari, tashkil etuvchi elementlari. Temir yo'l sisternalariga SUGni quyish va to'kib olish jihozlari.

Ma'ruza №7. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni avtomobil transportida tashish

SUGni avtomobil transportida tashish. Umumiy tushunchalar. Tashishning meyoriy ko'rsatkichlari. Avtotsisternalar turlari, konstruksiyalari, jihozlari, tashkil etuvchi elementlari. Avtotsisternalarga SUGni quyish va to'kib olish jihozlari.

Ma'ruza №8. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni suv transportida va quvurlar orqali tashish

SUGni suv transportida tashish. SUGni tashish uchun tankerlar. Umumiy tushunchalar. Tashishning me'yoriy hujjatlari. SUGni quvurlar orqali tashish. Quvurlarda tashishda qo'llaniladigan zapor-armatura qurilmalari va o'lchash vositalari. SUGni konteyner-sisternalarda tashish.

Ma'ruza №9. Suyultirilgan gazlar regazifikatsiya qurilmalari

Tabiiy ravishda bug'lantirish bilan regazifikatsiyalash. Sun'iy ravishda bug'lantirish bilan regazifikatsiyalash. Gaz ta'minotida gaz-havo aralashmaidan foydalanish va uni amalga oshirish uchun jihozlar. Regazifikatsiya qurilmasi jihozlarini hisoblash.

Ma'ruza №10. Suyultirilgan gazlarni tashish va saqlashda qo'llaniladigan jihozlar uchun materiallar

Yuqori bosimli idishlarni mustahkamlikga hisoblash va material turini tanlash. Idish ishonchliligini ta'minlash shartlari. Payvand chokli va payvandsiz idishlarni tayyorlash va ular uchun materiallar tanlash. Jihozlarda korroziya jarayonlarining sodir bo'lishi va ishonchlilikga ta'siri oldini olish. Quvurlar, ventil va jumraklar elementlari uchun materiallar.

3-Modul. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni saqlash uchun jihozlar

Ma'ruza №11. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni saqlash

SUGni po'lat rezervuarlarda o'zgaruvchan harorat va yuqori bosimlarda saqlash. SUGni po'lat va temir-beton rezervuarlarda past haroratlarda (izotermik) saqlash. SUGni past haroratli saqlashda texnologik ko'rsatkichlarni hisoblash. SUGni yer ostida saqlash. Saqlash sharoitlari va qo'llaniladigan qurilmalar hamda ularning jihozlari.

Ma'ruza №12. Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish obyektlari jihozlari

SUGdan foydalanish obyektlari turlari. Gaz to'ldirish stansiyalari jihozlari. Gaz to'ldirish punktlari jihozlari. Ma'ishiy gaz ballonlarini to'ldirish nasos-kompressor bo'linmasi. Avtomobillarga gaz to'ldirish stansiyasi jihozlari, Avtonom gaz ta'minlash tizimlari. SUGni quyish-to'kish uchun jihozlari.

Ma'ruza №13. Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish uchun texnologik tizimlar

SUGni bug'latish zarurati va qo'llaniladigan bug'latgichlar. Avtomobilga gaz to'ldirish stansiyasi texnologik tizimlari. Ko'p yonilg'ili gaz to'ldirish stansiyasi texnologik tizimlari. Ma'ishiy ballonlarni to'ldirish punktlari texnologik tizimlari.

Ma'ruza №14. Kompresiyalangan tabiiy gaz

Kompresiyalangan tabiiy gaz (KTG) tavsifnomalari. KTGdan foydalanish. Magistral quvurlar orqali KTGni tashish. KTGni tashish va saqlash jihozlari. Izotermik rezervuarlar, yer usti va yer osti idishlari.

Ma'ruza №15. Kompresiyalangan tabiiy gazdan foydalanish obyektlari jihozlari

Avtomobillarga gaz to'ldirish kompressor stansiyalari va uni tashkil etuvchi jihozlari. KTGni saqlash uchun mobil bloklar. Avtomobil uchun uning markasiga mos yuqori bosimli choksiz po'lat gaz ballonlar. Ballonlarning turlari, konstruktiv bajarilishlari, materiallari va foydalanishga qo'yiladigan talablar.

Ma'ruza mashg'ulotlari multimediya qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada akademik guruhlar oqimi uchun o'tiladi.

4.2. Amaliy mashg'ulotlar

T/r	Mavzular nomi	Soat
	5-semestr	
1	1-amaliy topshiriq. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning asosiy xossalari ^{III} o'rganish	2
2	2-amaliy topshiriq. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning tarkibi va tavsifnomalarini o'rganish	2
3	3-amaliy topshiriq. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarning issiqlik-fizik parametrlarini hisoblash	2
4	4-amaliy topshiriq. SUGni saqlash uchun yuqori bosimli rezervuarlarning konstruksiyalarini o'rganish, mustahkamlik hisobi	2
5	5-amaliy topshiriq. Suyultirilgan uglevodorodli gazlarni tashishda qo'llaniladigan sisternalarning konstruktiv bajarilishlarini o'rganish	2
6	6-amaliy topshiriq. Suyultirilgan uglevodorodli gazlardan foydalanish obyektlarining tiplari bo'yicha qo'llaniladigan jihozlari turlarini o'rganish	2
7	7-amaliy topshiriq. Yuqori bosimli quvurlarning gidravlik hisobi	2
8	8-amaliy topshiriq. Yuqori bosimli idishlarning mustahkamlik hisoblari	2
	Jami	30

Amaliy mashg'ulotlar multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada bir akademik guruhga bir o'qituvchi tomonidan o'tkaziladi. Mashg'ulotlar faol va

interfaol usullar yordamida, mos ravishda munosib pedagogik va axborot texnologiyalar qo'llanilib o'tkaziladi.

Fan bo'yicha amaliy mashg'ulotlarni o'tishda tabiiy gazning tarkibi va xossalari to'g'risida manbalardagi ma'lumotlardan; tabiiy gazni tayyorlash, suyultirilgan gazlarni tashih va saqlash texnologik jarayonida foydalaniladigan qurilmalarning mavjud maketlaridan; texnologik jihozlarning namunalaridan va boshqa turdagi yig'ma birliklar tuzilishi, ishlash prinsiplarini o'rganish bilan bir qatorda ularning mustahkamlik ko'rsatkichlarini aniqlash va ishlash samaradorliklarini o'rganish bo'yicha misol va masalalar yechiladi.

4.3. Laboratoriya mashg'ulotlari

Fan bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlari namunaviy o'quv rejada ko'zda tutilmagan.

2.5. Kurs ishi (loyihasi) bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Fan bo'yicha kurs ishi (loyihasi) namunaviy o'quv rejada ko'zda tutilmagan.

4.5. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

1. SUGni tashish va saqlash texnologiyalarining rivojlanishi.
2. Tabiiy gazning jahon miqyosidagi o'rni va zahiralari.
3. Tabiiy gazning fizikafiy va fizik-kimyoviy xossalari.
4. Tabiiy gazning tarkibi va xossalari.
5. SUGning qo'llanilishi sohalari.
6. SUG holat diagrammalari va kritik parametrlari.
7. SUGni olish manbalari va ishlab chiqarish usullari.
8. Yuqori zichlikdagi SUGni olish va ulardan foydalanish.
9. SUGdan kimyo sanoatida xom-ashyo sifatida foydalanish.
10. SUG dan motor yoqilg'isi sifatida foydalanish.
11. SUGdan maishiy turmush sohasida yonilg'i sifatida foydalanish.
12. SUGni sovitish usullari.
13. SUG xossalarga uning tarkibiy komponentlariga bog'liqligi.
14. SUGni saqlash usullari.
15. SUGni yer ostida saqlash rezervuarlari.
16. SUGni past haroratli saqlash.
17. SUGni past haroratli saqlash uchun yer usti po'lat rezervuarlari.
18. SUGni sovitish uchun qurilmalar.
19. SUGni regazifikatsiya qilish qurilmalari.
20. SUGni tashish usullari.
21. Suyultirilgan neft gazlarini temir yo'lda tashish.
22. SUG ni vagon-sisternalarda tashish.
23. Suyultirilgan propan-butanni ballonlarda tashish.
24. Suyultirilgan neft gazlarini avtotsichternalarda tashish.
25. SUGni dengizlarda tashish.
26. SUG ni tashish uchun tankerlar.
27. Membranli va sferik tankerlar, ularning konstruktiv bajarilishlari.
28. SUGni daryo transportida tashish.
29. SUGni avitransportda tashish.
30. SUGni quvurlar orqali tashish.
31. SUGni konteyner-sisternalarda tashish.

32. SUGni tashishda quyish va to'kish qurilmalari.
33. KTG dan gazkimyo va kimyo sohalarida foydalanish.
34. KTG dan tchki yonuv dvigatellari uchun yonilg'i sifatida foydalanish.
35. KTGdan foydalanish uchun idishlar va ularning konstruktiv bajarilishlari.
36. Yuqori bosimli idishlarni tayyorlash usullari va ular uchun materiallar.

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan mustaqil ishlar tayyorlanadi va uning taqdimoti tashkil qilinadi.

Talabalarning mustaqil ta'limi amaliy mashg'ulotlarga tayyorgarlik, mustaqil ta'lim bo'yicha mavzularni o'zlashtirishlari kabilarni nazarda tutadi. Mustaqil ishlar nazorati hamda uning bajarilishi va rasmiylashtirishlar bo'yicha o'qituvchining yordami maslahatlar shaklida olib boriladi.

5. Kreditlarni olish uchun talablar

Fan mavzulariga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, egallagan umumiy tushunchalar bo'yicha tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganayotgan jarayonlar haqida mustaqil ravishda mushohada yuritish, joriy nazoratlarni va berilgan mavzu bo'yicha mustaqil ishni topshirish, oraliq nazorat shakllarida berilgan individual vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha test topshirish.

O'zlashtirishning joriy nazorati uchun baholash uchun – ikkita chegaraviy nazoratlar test usulida 7, 15 haftalarda o'tkaziladi. Yakuniy nazorat bo'yicha o'quv jarayoni jadvaliga mos ravishda fanning barcha bo'limlaridan test topshiradi. talaba fanni semestr mobaynida o'zlashtirishi natijasida 4 kredit to'playdi.

Adabiyotlar

6.1. Asosiy adabiyotlar

1. Murodov O.E., Yuldashev T.R., Eshkabilov X.K. Neft va gaz ishi asoslari. O'quv qo'llanma. –Qarshi, "Nasaf", 2012.
2. Коршак А.А., Шаммазов А.М., Основы нефтегазового дела. Учебник. –Уфа, ООО «Дизайн Полиграф Сервис», 2005. -524 с.
3. Xiuli Wang, Michael Economides. Advanced natural gas engineering. - Copyright © 2009 by Gulf Publishing Company Houston, Texas. -331 p.
4. Коннова Г.П. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа. – Ростов на Дону, Феникс, 2006. -128 с.

6.2. Qo'shimcha adabiyotlar

1. Колпакова Н.В., Колпакова А.С. Газоснабжение. Учебное пособие. – Екатеринбург, Издательство Урал. ун-та, 2014. - 200 с.
2. Лapidус А.Л., Голубева И.А., Жагфаров Ф.Г. Газохимия. Часть I. Первичная переработка углеводородных газов. –М.: РГУ Нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. -246 с.
3. Коротаев Ю.П, Ширковский А.И. Добыча, транспорт и подземное хранение газа. –М.: Недра, 1984. – 484 с.
4. Polvonov A.S., Bozorov S.M. va b. Transport vositalarida ishlatiladigan materiallar. O'quv qo'llanma. –T.: Fan, 2003. -223 b.

6.3. Axborot manbalari

1. <http://www.dobi.oglib.ru>. Neft va gaz elektron kutubxonasi.
2. <http://ziyonet.uz>. Axborot ta'lim tarmog'i.
3. <http://www.ngv.ru>. Neft va gaz elektron ma'lumotlari sayti.
4. <http://www.neftegaz.ru>

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И
ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

QARSHI MUHANDISLIK – IQTISODIYOT INSTITUTI

“NEFT VA GAZ” FAKULTETI

“Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası

Ro`yxatga olindi:

№ _____

2023 yil “___” _____

“TASDIQLAYMAN”

O`quv ishlari bo`yicha prorektor

2023 yil “___” _____

SUYULTIRILGAN GAZLARNI TASHISH VA SAQLASH JIHOZLARI

O`QUV–USLUBIY MAJMUA

**5320300 - “Texnologik mashinalar va jihozlar” bakalavriat ta’lim yo‘nalishi
talabalari uchun**

Qarshi – 2023

Fanning o'quv–uslubiy majmuasi 5320300 – “Texnologik mashinalar va jihozlar (Neft-gaz sanoati mashinalari va jihozlar)” ta'lim yo'nalishi Malaka talablari, o'quv rejasi va fanning namunaviy dasturiga asosan ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar: **X.K.Eshkabilov** - “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrasida dotsenti, t.f.n., dotsent

Fan o'quv–uslubiy majmuasi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutining “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrasining 2023 yil “____” _____dagi ____-sonli yig'ilishida, “Neft va gaz” fakulteti Uslubiy Komissiyasining 2023 yil “____” _____dagi ____-sonli yig'ilishida muhokama qilingan va institut Uslubiy Kengashining 2023 yil “____” _____dagi ____-sonli yig'ilishi qarori bilan o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i

A.R.Mallayev

Fakulteti Uslubiy komissiyasi raisi

F.I.Murtazayev

Kafedra mudiri:

F.E.Buronov

ВВЕДЕНИЕ

В общем топливном балансе стран СНГ значительное применение помимо природного газа находят сжиженные углеводородные газы (СУГ). Основными источниками получения СУГ являются попутные газы нефтяных месторождений, природные газы газоконденсатных месторождений и газы нефтеперерабатывающих заводов. Сжиженный газ широко применяется в городах и населенных пунктах, удаленных от магистральных газопроводов природного газа. Это позволяет не лишать их жителей тех удобств и преимуществ, которые создает использование газа в условиях быта и труда. Сжиженный газ с газонаполнительной станции или базы хранения доставляется потребителям в баллонах или автоцистернах для залива резервуарных установок. От последних паровая фаза испарившегося сжиженного газа по системе трубопроводов поступает к газопотребляющим приборам и установкам. Рост производства и потребления сжиженных углеводородных газов обусловил необходимость разработки ряда технических проблем, связанных с производством, транспортировкой и хранением этих газов.

Одновременно это вызвало необходимость разработки и выпуска широкого ассортимента приборов, аппаратов и арматуры для их использования. Эффективность газоснабжения с помощью сжиженных газов во многом определяется правильностью выбора методов сжигания, совершенства газоиспользующего оборудования и приборов, квалификацией обслуживающего персонала, действенностью системы контроля использования газа.

Использование сжиженных углеводородных газов позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия труда и быта населения, свести к минимуму загрязнение воздушной среды вредными выбросами, способствует интенсификации работы промышленных печей, котельных и сушильных установок, сельскохозяйственных агрегатов, автоматизации производственных процессов, оказывает существенное влияние на ускорение технического прогресса.

В настоящее время сжиженные углеводородные газы широко используются для нужд населения, а также применяются в химической промышленности в качестве технологического сырья для производства синтетических продуктов, обогрева нагревательных печей небольшой мощности, получения защитной атмосферы, для газопламенной обработки металлов (резки, сварки, пайки и напыления металлов), в качестве моторного топлива для автомобилей. Однако применение СУГ, особенно в промышленности, весьма ограничено в связи с недостаточностью их ресурсов.

1-Модуль.	Получение и применение сжиженных газов, развитие и перспективы
Лекция №1	Введение. Развитие и перспективы использования сжиженных газов

Представить себе современную жизнь без энергетики не возможно. Энергия является основой развития промышленности, сельского хозяйства, транспорта, быта человека, определяет экономическое развитие страны в целом. Уровень жизни страны, ее экономического развития напрямую зависит от потребления энергоносителей.

Решающую роль в энергетическом балансе играют три главных вида невозобновляемых источников энергии - нефть, природный газ и твердые органические вещества, к которым относятся каменные угли, горючие сланцы и нефтебитумы. Возобновляемые источники энергии - солнечная энергия, энергия движущихся масс воздуха и воды, атомная энергия занимают пока небольшое место в общем энергетическом балансе, из этих видов энергоносителей наиболее значимы два последних.

Поэтому исключительно важное значение для экономики является состояние ресурсов различных энергоносителей, в первую очередь нефти, природных газов и угля, их потребление, что дает возможность видеть перспективы и прогнозировать структуру энергопотребления.

Абсолютный вклад этих трех энергоносителей постоянно растет, но постоянно изменяется их относительный вклад в общий энергетический баланс. За последние 20 лет XX века при общем росте мирового потребления энергии на 38% потребление нефти увеличилось на 12%, угля на 28%, а природного газа на 68%. Поэтому, хотя нефть остается основным источником энергии в мире, ее доля с более чем 45% четверть века назад упала до 39% в 2002г. и продолжает сокращаться.

Доля угля и гидроэнергетики осталась почти постоянной (27,24% и 5-6% соответственно). Бурно развивавшаяся в 70-х и начале 80-х годов атомная энергетика после чернойбыльской аварии 1986г. практически прекратила свой рост - за 20 лет в мире не было введено в строй ни одного нового реактора. И

одновременно происходил быстрый рост потребления природного газа. По итогам 2002г. природный газ по своему значению впервые обошел уголь и выдвинулся на вторую позицию в мировой энергетике, уверенно приближаясь к лидеру - нефти. В настоящее время природный газ является наиболее динамично развивающимся первичным источником энергии для экономики.

Таким образом, как и четверть века, назад, мировое энергопотребление почти на 90% удовлетворяется за счет ископаемых углеродных источников. Единственный реальный неуглеродный источник энергии, на который мы можем опереться в ближайшее время, это атомная энергетика, которая уже вступила в полосу возрождения после глубокого кризиса, вызванного чернобыльской катастрофой. После почти двадцатилетнего перерыва возобновились работы по созданию новых установок, и сейчас в стадии проектирования и строительства находится около 40 новых реакторов.

Развитию атомной энергетики пока нет альтернативы, но, так же, как и энергетика на углеродном топливе, она базируется на ископаемых энергоресурсах, запасы которых в земной коре ограничены. Кроме того, в отношении этого источника энергии существуют серьезные проблемы общественно-эмоционального характера, безопасности и захоронения радиоактивных отходов.

В перспективе человечество получило бы практически неисчерпаемый источник энергии, освоив управляемый термоядерный синтез.

Однако реализация этой проблемы, еще тридцать лет назад казавшейся практически уже решенной, отодвигается все в более далекое будущее. Реально термоядерная энергетика будет давать вклад в мировую экономику не ранее конца столетия.

Пока еще призрачны надежды на так называемые «альтернативные» источники энергии (солнечная, ветровая, гидроэнергетика, энергия, получаемая при сжигании биомассы), вклад которых, например, в энергетику США составляет менее 0,1%. Следует однако отметить, что суммарные инвестиции в поиски альтернативной энергии за последние годы превысили 100 миллиардов

долларов. Значительное повышение цен на нефть в последнее время привело к интенсификации работ в этом направлении.

В настоящее время за один год человечество расходует энергетические запасы, на образование которых природе требуется примерно миллион лет. Поэтому перед человечеством стоит серьезная проблема - обеспечить ресурсами дальнейшее прогрессивное развитие мировой энергетики.

Основной и наиболее удобный во всех отношениях энергоресурс современной экономики - нефть. В структуре мирового энергобаланса в последние годы нефть занимает порядка 36-38%. Но ее запасы ограничены и быстро истощаются. Темп открытия новых нефтяных ресурсов достиг своего пика в 1960-х годах и с тех пор объем ежегодного прироста ресурсов неуклонно падает. Доля нефти в структуре потребления первичных видов энергии в мире в начале XXI века несколько снизилась - до 36%, по всей вероятности будет очень медленно снижаться еще достаточно долго.

Прогнозный топливно-энергетический баланс свидетельствует об уменьшении её роли к 2050 году. При этом мировое потребление энергии продолжает быстро увеличиваться, в основном за счет развивающихся стран, которые стремятся приблизиться по уровню жизни и, следовательно, энергопотребления, к развитым странам. При нынешних темпах роста энергопотребления в мире, за столетие его объем может увеличиться в пять раз.

Объём добычи газа в 2021 году в Узбекистане составляет 54,3 млрд. кубометров. Большую часть газа добываются предприятиями «Узбекнефтегаза» — 34,1 млрд кубометров (64,3%), из которых на Мубарекское нефтегазодобывающее управление приходится 48,8%, Шуртанское нефтегазодобывающее управление — 26,3%, Газлийское нефтегазодобывающее управление-13,7%, Устюртское газодобывающее управление — 10,9%, нефтегазодобывающее управление Водий — 0,1%.

Второе место по добыче газа в Узбекистане займёт Российская компания «Лукойл» — 13,8 млрд кубометров (25,7%), третье — Uz-Kor Gas Chemical с 2,1 млрд кубометров газа (3,9%). Учредителями Uz-Kor Gas Chemical являются «Узбекнефтегаз» (50%) и Kor-Uz Gas Chemical Investment

(50%), созданная консорциумом корейских компаний, в который входят Корейская газовая корпорация (KOGAS), Lotte Chemical Corporation и GSE&R, 1,4 млрд кубометров газа (2,5%) из месторождений добудет компания Epsilon Development Company (США), созданная в 2018 году.

В 2019 году сообщалось, что международный консорциум в составе американской Epsilon Development Company и Epsilon Asia Limited (Гонконг) в 2019—2023 годах инвестирует 5,2 млрд долларов в разработку месторождений нефти и газа в Узбекистане. На сайте компании отмечалось, что она получила лицензию на разработку месторождений согласно постановлению Кабинета министров №19 от 11 января 2019 года, но такого документа в Национальной базе данных законодательства найти не удалось.

Так выглядит список компаний, которые задействованы в добыче газа в 2021 году в Узбекистане, и их доля в производстве:

Только в текущем году Узбекистан импортировал 917 миллионов кубометров газа. «Это большая цифра. Мы импортируем за счёт валюты. Что будет в будущем?». 1,4 млрд долларов, выделенных нефтегазовой сфере за последние три года, не дают своего результата.

Компания	Объём производства	Доля
Всего по Узбекистану	53,8 (млрд куб. м.)	100%
«Узбекнефтегаз»	34,1	64,3%
"Лукойл"	13,8	25,7%
Uz-Kor Gas Chemical	2,1	3,9%
Epsilon Development Company	1,4	2,5%
Natural Gas-Stream	1,2	2,2%
New Silk Road Oil and Gas	0,37	0,68%
Jizzakh Petroleum	0,28	0,51%
Gazprom Uzbekistan	0,23	0,42%
Gazli Gas Storage	0,15	0,27%
Gissarneftgaz	0,12	0,23%
Kokdumaloq-gaz	0,026	0,04%

По данным Госкомстата, производство газа в Узбекистане в 2020 году снизилось на 10,8 миллиарда кубометров, или 17,8%, по сравнению с предыдущим годом — с 60,5 миллиарда до 49,7 миллиарда кубометров. Как отмечалось выше, в 2021 году планируется добыть 53,8 миллиардов кубометров газа, что на 6,7 миллиардов кубометров меньше, чем в 2019 году.

Госпрограмма на 2021 года предусматривает отмену таможенной пошлины на импорт сжиженного газа и разрешительных документов, требуемые для его импорта. Крупные предприятия с 1 августа должны были получить право закупки электрической энергии и природного газа на основе импорта.

Переработка

Нефтегазохимия характеризуется существенно большей устойчивостью и темпами роста по сравнению с большинством других отраслей, и на данном этапе относится к числу наиболее стратегических с точки зрения экономики Узбекистана. Расширение переработки природного газа позволит в разы увеличить прибыльность, будет способствовать внедрению современных технологий и созданию новых рабочих мест. В этом направлении будут реализованы крупные инвестиционные проекты:

До конца года будет введен в эксплуатацию завод по производству синтетического жидкого топлива на базе очищенного метана Шуртанского ГХК. В результате будут созданы мощности по производству 311 тыс.тн. керосина, 743 тыс. тн. дизельного топлива 435 тыс. тн. Нафты и 53,4 тыс. тн. сжиженного газа.

Продолжается реализация проекта по расширению производственных мощностей Шуртанского ГХК до 280 тыс. тн. полиэтилена и 100 тыс. тн. полипропилена в год.

В 2024 году будет осуществлена модернизация производственных мощностей Бухарского нефтеперерабатывающего завода, что позволит наладить производство 1,75 млн. тн. Нефтепродуктов стандарта Евро 5.

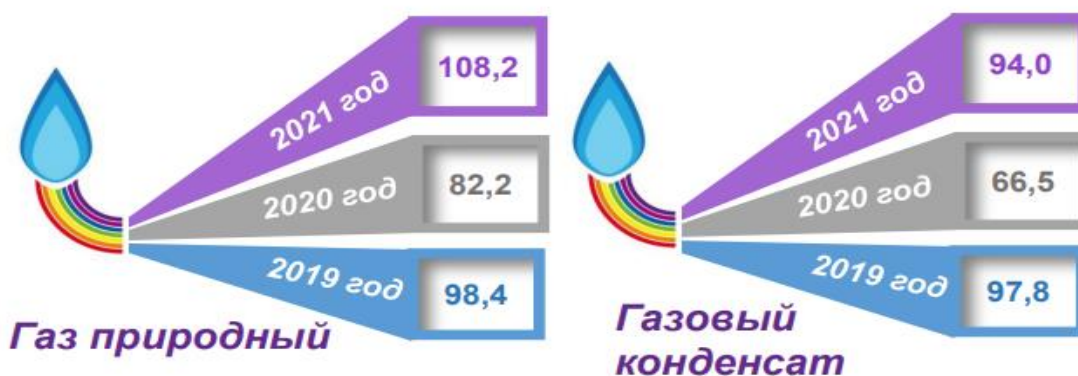
В 2026 году за счет реализации проекта по доразведке и разработке месторождения «Мутакилликнинг 25 йиллиги» со строительством

газохимического комплекса в Сурхандарьинской области будет производиться 500 тыс. тн. полимерной продукции в год.

Также, до 2026 года запланировано создание газохимического кластера на базе технологии МТО с созданием производственных мощностей по производству 1,1 млн. тн. газохимической продукции.

Вводимые в стране проекты по расширению переработки нефтегазовой продукции будут вносить свой вклад в реализацию задачи, поставленной перед нефтегазовым сектором Узбекистана.

Наименование продукции	январь-декабрь 2020 года	январь-декабрь 2021 года	разница +/-
Уголь, тыс.т	4131,8	5054,8	923,0
Нефть, тыс.т	752,2	774,0	21,8



Наименование продукции	январь-декабрь 2020 года	январь-декабрь 2021 года	разница +/-
Газ природный, млн.куб.м	49736,2	53802,0	4065,8
Газовый конденсат, тыс.т	1408,2	1324,4	-83,8

В 2021 году АО «Узбекнефтегаз» выполнила плановые работы.

В 2021 году было пробурено 164 скважины, отремонтированы 733 скважины, построены 44 технологических объектов и введены в эксплуатацию. В результате своевременной реализации этих мер дополнительно добыто более 5 млрд. кубометров природного газа, 95,7 тыс. тонн газового конденсата и 6,9 тыс. тонн нефти. В результате реализации этих геолого-технических мероприятий, а также эффективного использования имеющихся скважин, плановые показатели добычи и переработки нефти и газа АО «Узбекнефтегазом» в прошлом году составили:

- **Природный газ** – 33,9 млрд. кубометров, на 102,4% или дополнительно на 800 млн. кубометров больше, чем за аналогичный период прошлого года;

- **Нефть** - 116,1 тыс. тонн, 106,5% от плана;

- **Конденсат** - 1429,5 тыс. тонн, 103,4% от плана;

- **Сжиженный газ** - 645,1 тыс. тонн, 100,3% от плана;

- **Сера** - 258 тыс. тонн, 125,3% от плана;

- **Полиэтилен** - 135,2 тыс. тонн, 104% от плана;

- **Автобензин** - 897,5 тыс. тонн, 112,3% от плана;

- **Дизельное топливо** - 397,2 тыс. тонн, 189,6% от плана.

Также определен план мероприятий по геологоразведочным работам на 2022 год, направленный на увеличение объемов добычи природного газа в системе АО «Узбекнефтегаз».

Уже разработаны 75 мероприятий по бурению скважин природного газа. За счет ускорения геологической работы в 2022 году намечена добыча 35 млрд. кубометров газа. Также планируется запуск компрессорной станции на месторождении «Денизкуль» Мубарекского нефтегазодобывающего управления, малых компрессорных станций на месторождениях «Култук», «Шумак», «Гирсан» и «Чулкувар» в целях обеспечения устойчивости добычи природного газа.

1-Модуль.	Получение и применение сжиженных газов, развитие и перспективы
Лекция №2	Состав и характеристики сжиженных углеводородных газов (СУГ)

Все углеводородные газы по их происхождению можно разделить на две большие группы: природные газы и газы нефтегазоперерабатывающих заводов.

Природные газы - это газы, добываемые непосредственно из земных недр, в зависимости от условий залегания они имеют различный состав. Углеводородные природные газы могут быть извлечены из месторождений трех типов: чисто газовых, нефтяных и газоконденсатных.

Газы чисто газовых месторождений (к ним чаще всего применимо название сухой газ), в основном состоят из метана, содержание которого достигает 98%. Для ряда месторождений содержание парафинов C_2 - C_4 составляет 1,5-7,0%

Попутные газы - газообразные углеводороды, сопровож дающие сырую нефть, в условиях пластового давления растворенные в нефти и выделяющиеся в процессе ее добычи. Эти газы содержат 30-80% метана, 10-26% этана, 7-22% пропана, 4-7% бутана и изобутана, 1-3% н-пентана и высших н-алканов. В этих газах содержатся также сероводород, диоксид углерода, инертные газы.

Газы газоконденсатных месторождений по составу близки к попутным газам, но выносят на поверхность в сконденсированном виде в небольших количествах (50-500 г/н.куб.м. газа) более тяжелые углеводороды (конденсаты), кипящие до 200-300°C.

Газы нефтеперерабатывающих заводов - это легкие углеводороды, образовавшиеся при переработке нефти в результате деструктивных процессов (пиролиз, термический и каталитический крекинг, коксование, каталитический риформинг). Эти газы содержат насыщенные и, в отличие от природных газов, ненасыщенные углеводороды C_2 - C_5 , а также водород и сероводород.

Состав природных газов основных газовых и газоконденсатных месторождений характеризует газы чисто газовых месторождений - высокое содержание метана от 75 до 98% и соответственно высокая теплота сгорания,

достигающая 11900 ккал/кг. Содержание тяжелых углеводородов (C_5 и выше) невелико (0,02 - 0,20% (об)). Большинство газов содержит 1-5% (об) неуглеводородных примесей: инертные газы (азот и диоксид углерода) и сероводород. Кроме этих примесей, природные газы газовых и газоконденсатных месторождений могут содержать в небольших количествах гелий, аргон, сероуглеродные (COS и CS_2), а также сероорганические - меркаптаны (RSH) - соединения.

Природные газы обычно или не содержат сероводород или содержат его в незначительных количествах - на уровне долей процента. Однако газы некоторых месторождений содержат его в значительных количествах (от 1,7 до почти 9,1% (об)). Это серьезно осложняет переработку этих газов, но дает возможность получить ценный продукт - серу. Соотношение отдельных компонентов природных газов может меняться в широких пределах, что оказывает влияние на выбор поточной схемы газоперерабатывающего завода.

Состав попутных газов сложнее - большинство из них содержит углеводороды C_6 и выше, содержание метана может колебаться в очень широких пределах - от 5 до 83%.

В состав попутных нефтяных газов входят, кроме метана, этан, пропан, *n*- и изобутаны, *n*- и изопентаны, гексан и т.д., а также сероводород, меркаптаны, углекислый газ, азот, гелий. Попутные нефтяные газы содержат наибольшее количество тяжелых углеводородов. Эти газы содержат значительные количества этана, пропана, бутанов, являющихся ценным сырьем для газохимии. Их ресурсы весьма велики, так как средний газовый фактор нефтяных месторождений России 95-112 куб. м/т. Газовым фактором называется количество попутных газов в куб м, приходящееся на 1 т добытой нефти.

Углеводороды попутных нефтяных газов служат для получения топливного сухого газа (главным образом, метан и этан), сырья для получения этилена (этановая фракция), сжиженных газов (пропан, изобутан и *n*-бутан), стабильного газового бензина (более тяжелые углеводороды - так называемый конденсат).

По содержанию тяжелых углеводородов (C_3 и выше) попутные нефтяные газы делятся на "тощие" — менее 50 г/м^3 , "жирные" — более 150 г/м^3 и промежуточные $50\text{-}150 \text{ г/м}^3$. По теплотворной способности газы классифицируются следующим образом: имеющие теплотворную способность менее 2500 ккал/м^3 считаются низкокалорийными, от 2500 до 5000 ккал/м^3 — среднекалорийными и более 5000 ккал/м^3 — высококалорийными.

Плотность природного газа зависит от его состава, давления и температуры. При стандартных условиях, используемых в газовой промышленности, т.е. при давлении 760 мм. рт. ст. и температуре 20°C , плотность природного газа составляет примерно $0,7 \text{ кг/м}^3$. Если учесть, что плотность воздуха при тех же условиях равна $1,204 \text{ кг/м}^3$, то становится ясно, что природный газ в $1,5$ раза легче воздуха. В практическом плане это обстоятельство важно тем, что при разрыве газопровода столб газа (возможно горящего) устремляется вверх, а не растекается по земле.

Природный газ лишен запаха, а тот привычный неприятный запах, который мы все знаем, это запах специального одоранта (меркаптанов), вносимого в газ для того, чтобы чувствовать его присутствие в воздухе. Смесь газа с воздухом взрывоопасна. Она воспламеняется волной сжатия, отчего процесс горения носит быстрый взрывной характер, называемый детонацией. Предел взрываемости (концентрация CH_4 в воздухе) $5\text{-}15 \text{ \% об.}$

Сжиженные углеводородные газы (СУГ), или сжиженный нефтяной газ (англ. *Liquefied petroleum gas (LPG)*) — смесь сжиженных под давлением лёгких углеводородов с температурой кипения от -50 до 0°C . Предназначены для применения в качестве топлива, а также используются в качестве сырья для органического синтеза. Состав может существенно различаться, основные компоненты: пропан, изобутан и н-бутан.

На практике и в технической литературе сжиженными углеводородными газами принято называть низшие углеводороды, которые в чистом виде или в виде смесей при сравнительно небольшом давлении и температуре окружающей среды переходят в жидкое состояние. К таким углеводородам относятся пропан — C_3H_8 , бутан — C_4H_{10} , (изобутан, н-бутан), пропилен — C_3H_6 ,

бутилен – C_4H_8 . Для удобства хранения и транспортировки эффективно сжижать метан, этан и этилен. Сжижение, хранение и транспортировку метана, этана и этилена осуществляют обычно под давлением, близким к атмосферному, но при отрицательных температурах (от $-161^{\circ}C$ до $-90^{\circ}C$).

Разделение сжиженных газов на сжиженные углеводородные газы (СУГ) и сжиженный природный газ (СПГ – метан) чисто условно.

Алканы (C_nH_{2n+2}) – насыщенные углеводороды открытого строения. Пропан и бутан в нормальных условиях находятся в газообразном состоянии. Пентан – летучая жидкость. Алканы являются достаточно сильными наркотиками, но их действие ослабляется слабым растворением в крови. Поэтому, при обычных условиях, они являются физиологическим индифферентными, и вызывают удушье только при очень сильных концентрациях из-за уменьшения содержания кислорода.

Алкены (C_nH_{2n}) – ненасыщенные углеводороды открытого строения. К ним относятся этилен, пропилен, бутилен.

Основные достоинства СУГ – жидкость при транспортировке и хранении, газ – при использовании и сжигании.

Источники получения СУГ

Основными источниками для получения СУГ являются:

- попутные газы нефтяных месторождений;
- газы стабилизации нефти;
- жирные природные газы газоконденсатных месторождений;
- газы нефтепереработки.

Попутные газы и газы стабилизации нефти получают при добычи нефти. Обычно в верхней части нефтяных месторождений находится газовая шапка, газ которой частично растворен в нефти.

Газы от нефти отделяются в трапе-разделителе и затем на газоперерабатывающей установке методом абсорбции (жидким поглотителем) извлекают все легкосжимаемые газы.

Жирные газы газоконденсатных месторождений содержат и более тяжелые компоненты $C_5 - C_8$, которые необходимо отделять от метана и этана

на установках низкотемпературной сепарации, так как при повышении давления в магистральном газопроводе они выпадают в виде конденсата, что может привести к уменьшению эффективности диаметра газопровода.

Нефтезаводские газы – являются одним из важных источников производства СУГ. Их доля составляет до 50% от всего производства СУГ. Количество сжиженных газов (в % массы), полученных из 1 тонны нефти, зависит от технологической схемы нефтепереработки (наиболее эффективные: крекинг в газовой фазе нефти 20 – 25%, термический риформинг лигроина 25-26%).

Производятся СУГ в процессе ректификации широкой фракции лёгких углеводородов (ШФЛУ). В зависимости от компонентного состава СУГ подразделяются на следующие марки

Марки сжиженных углеводородных газов Марка	Наименование	Код ОКП (классификатор продукции)
ПТ	Пропан технический	02 7236 0101
ПА	Пропан автомобильный	02 7239 0501
ПБА	Пропан-бутан автомобильный	02 7239 0502
ПБТ	Пропан-бутан технический	02 7236 0102
БТ	Бутан технический	02 7236 0103

Свойства

Наименование показателя	Пропан технический	Пропан автомобильный	Пропан-бутан автомобильный	Пропан-бутан технический	Бутан технический
1. Массовая доля компонентов					
Сумма метана, этана и этилена	Не нормируется				
Сумма пропана и пропилена	не менее 75 % масс.	Не нормируется			
в том числе пропана	не нормируется	не менее 85±10 % масс.	не менее 50±10 % масс.	не нормируется	не нормируется
Сумма бутанов и бутиленов	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не более 60 % масс.	не менее 60 % масс.
Сумма непредельных углеводородов	не нормируется	не более 6 % масс.	не более 6 % масс.	не нормируется	не нормируется

2. Доля жидкого остатка при 20 °С	не более 0,7 % об.	не более 0,7 % об.	не более 1,6 % об.	не более 1,6 % об.	не более 1,8 % об.
3. Давление насыщенных паров	не менее 0,16 МПа (при –20 °С)	не менее 0,07 МПа (при –30 °С)	не более 1,6 МПа (при +45 °С)	не нормируется	не нормируется
4. Массовая доля сероводорода и меркаптановой серы	не более 0,013 % масс.	не более 0,01 % масс.	не более 0,01 % масс.	не более 0,013 % масс.	не более 0,013 % масс.
в том числе сероводорода	не более 0,003 % масс.				
5. Содержание свободной воды	отсутствие				
6. Интенсивность запаха, баллы	не менее 3				

Физические характеристики

Показатель	Метан	Этан	Этилен	Пропан	пропилен	-Бутан	зобутан	-Бути-лен	зобутилен	Пентан
Химическая формула	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₈	C ₄ H ₈	C ₅ H ₁₂
Молекулярная масса, кг/кмоль	16,043	30,068	28,054	44,097	42,081	58,124	58,124	56,108	56,104	72,146
Молекулярный объем, м ³ /кмоль	22,38	22,174	22,263	21,997	21,974	21,50	21,743	22,442	22,442	20,87
Плотность газовой фазы, кг/м ³ , при 0 °С	0,7168	1,356	1,260	2,0037	1,9149	2,7023	2,685	2,55	2,5022	3,457
Плотность газовой фазы, кг/м ³ , при 20°	0,668	1,263	1,174	1,872	1,784	2,519	2,486	2,329	2,329	3,221
Плотность жидкой фазы, кг/м ³ , при 0°	416	546	566	528	609	601	582	646	646	645,5
Температура кипения, при 101,3 кПа	–161	–88,6	–104	–42,1	–47,7	–0,50	–11,73	–6,90	3,72	36,07
Низшая теплота сгорания, МДж/м ³	35,76	63,65	59,53	91,14	86,49	118,53	118,23	113,83	113,83	146,18
Высшая теплота сгорания, МДж/м ³	40,16	69,69	63,04	99,17	91,95	128,5	128,28	121,4	121,4	158
Температура воспламенения, °С	545-800	530-694	510-543	504-588	455-550	430-569	490-570	440-500	400-440	284-510
Октановое число	110	125	100	125	115	91,20	99,35	80,30	87,50	64,45
Теоретически необходимое количество воздуха для горения, м ³ /м ³	9,52	16,66	14,28	23,8	22,42	30,94	30,94	28,56	28,56	38,08

Сжиженные углеводородные газы пожаро- и взрывоопасны, малотоксичны, имеют специфический характерный запах углеводородов, по степени воздействия на организм относятся к веществам 4-го класса опасности.

Предельно допустимая концентрация СУГ в воздухе рабочей зоны (в пересчёте на углерод) предельных углеводородов (пропан, бутан) — 300 мг/м³, непредельных углеводородов (пропилен, бутилен) — 100 мг/м³.

СУГ образуют с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации паров пропана от 2,3 до 9,5 %, нормального бутана от 1,8 до 9,1 % (по объёму), при давлении 0,1 МПа и температуре 15 — 20 °С. Температура самовоспламенения пропана в воздухе составляет 470 °С, нормального бутана — 405 °С.

Критические параметры газов

Газы могут быть превращены в жидкое состояние при сжатии, если температура при этом не превышает определённого значения, характерного для каждого однородного газа. Температура, выше которой данный газ не может быть сжижен никаким повышением давления, называется критической температурой. Давление, необходимое для сжижения газа при этой критической температуре, называется критическим давлением.

Показатель	Метан	Этан	Этилен	Пропан	Пропилен	н-Бутан	Изобутан	н-Бутилен	Изобутилен	н-Пентан
Критическая температура, °С	−82,5	32,3	9,9	96,84	91,94	152,01	134,98	144,4	155	196,6
Критическое давление, МПа	4,58	4,82	5,033	4,21	4,54	3,747	3,6	3,945	4,10	3,331

Упругость насыщенных паров

Упругостью насыщенных паров сжиженных газов называется давление, при котором жидкость находится в равновесном состоянии со своей газовой фазой. При таком состоянии двухфазной системы не происходит ни конденсации паров, ни испарения жидкости.

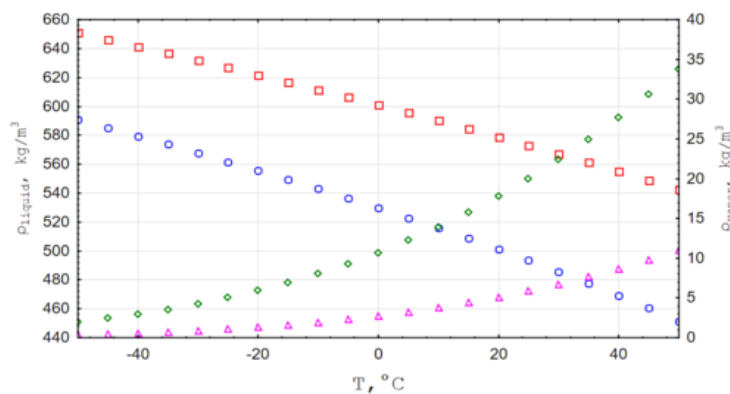
Каждому компоненту СУГ при определённой температуре соответствует определённая упругость насыщенных паров, возрастающая с ростом температуры. Давление в таблице указано в МПа.

Плотность жидкой и газовой фаз СУГ существенно зависит от температуры. Так плотность жидкой фазы с ростом температуры падает, и наоборот, плотность паровой фазы - растет.

Необходимо отметить, что при изменении условий хранения (температура, давление) компонентный состав фаз СУГ также изменяется, что важно учитывать для некоторых приложений.

Температура, °C	Этан	Пропан	Изобутан	н-Бутан	н-Пентан	Этилен	Пропилен	н-Бутилен	Изобутилен
-50	0,553	0,07				1,047	0,100	0,070	0,073
-45	0,655	0,088				1,228	0,123	0,086	0,089
-40	0,771	0,109				1,432	0,150	0,105	0,108
-35	0,902	0,134				1,660	0,181	0,127	0,130
-30	1,050	0,164				1,912	0,216	0,152	0,155
-25	1,215	0,197				2,192	0,259	0,182	0,184
-20	1,400	0,236				2,498	0,308	0,215	0,217
-15	1,604	0,285	0,088	0,056		2,833	0,362	0,252	0,255
-10	1,831	0,338	0,107	0,068		3,199	0,423	0,295	0,297
-5	2,081	0,399	0,128	0,084		3,596	0,497	0,343	0,345
0	2,355	0,466	0,153	0,102	0,024	4,025	0,575	0,396	0,399
+5	2,555	0,543	0,182	0,123	0,030	4,488	0,665	0,456	0,458
+10	2,982	0,629	0,215	0,146	0,037	5,000	0,764	0,522	0,524
+15	3,336	0,725	0,252	0,174	0,046		0,874	0,594	0,598
+20	3,721	0,833	0,294	0,205	0,058		1,020	0,688	0,613
+25	4,137	0,951	0,341	0,240	0,067		1,132	0,694	0,678
+30	4,460	1,080	0,394	0,280	0,081		1,280	0,856	0,864
+35	4,889	1,226	0,452	0,324	0,096		1,444	0,960	0,969
+40		1,382	0,513	0,374	0,114		1,623	1,072	1,084
+45		1,552	0,590	0,429	0,134		1,817	1,193	1,206
+50		1,740	0,670	0,490	0,157		2,028	1,323	1,344
+55		1,943	0,759	0,557	0,183		2,257	1,464	1,489
+60		2,162	0,853	0,631	0,212		2,505	1,588	1,645

Зависимость плотности от температуры.



Данные о значениях плотности компонентов СУГ при различных значениях температуры

Температура , °C	Пропан				Изобутан				н-Бутан			
	Удельный объём		Плотность		Удельный объём		Плотность		Удельный объём		Плотность	
	Жидкость, л/кг	Пар, м³/кг	Жидкость, кг/л	Пар, кг/м³	Жидкость, л/кг	Пар, м³/кг	Жидкость, кг/л	Пар, кг/м³	Жидкость, л/кг	Пар, м³/кг	Жидкость, кг/л	Пар, кг/м³
−60	1,650	0,901	0,606	1,11								
−55	1,672	0,735	0,598	1,36								
−50	1,686	0,552	0,593	1,810								
−45	1,704	0,483	0,587	2,07								
−40	1,721	0,383	0,581	2,610								
−35	1,739	0,308	0,575	3,250								
−30	1,770	0,258	0,565	3,870	1,616	0,671	0,619	1,490				
−25	1,789	0,216	0,559	4,620	1,639	0,606	0,610	1,650				
−20	1,808	0,1825	0,553	5,480	1,650	0,510	0,606	1,960				
−15	1,825	0,156	0,548	6,400	1,667	0,400	0,600	2,500	1,626	0,624	0,615	1,602
−10	1,845	0,132	0,542	7,570	1,684	0,329	0,594	3,040	1,635	0,514	0,612	1,947
−5	1,869	0,110	0,535	9,050	1,701	0,279	0,588	3,590	1,653	0,476	0,605	2,100
0	1,894	0,097	0,528	10,340	1,718	0,232	0,582	4,310	1,664	0,355	0,601	2,820
5	1,919	0,084	0,521	11,900	1,742	0,197	0,574	5,070	1,678	0,299	0,596	3,350
10	1,946	0,074	0,514	13,600	1,756	0,169	0,5694	5,920	1,694	0,254	0,5902	3,94
15	1,972	0,064	0,507	15,51	1,770	0,144	0,565	6,950	1,715	0,215	0,583	4,650
20	2,004	0,056	0,499	17,740	1,794	0,126	0,5573	7,940	1,727	0,186	0,5709	5,390
25	2,041	0,0496	0,490	20,150	1,815	0,109	0,5511	9,210	1,745	0,162	0,5732	6,180
30	2,070	0,0439	0,483	22,800	1,836	0,087	0,5448	11,50	1,763	0,139	0,5673	7,190
35	2,110	0,0395	0,474	25,30	1,852	0,077	0,540	13,00	1,779	0,122	0,562	8,170
40	2,155	0,035	0,464	28,60	1,873	0,068	0,534	14,700	1,801	0,107	0,5552	9,334
45	2,217	0,029	0,451	34,50	1,898	0,060	0,527	16,800	1,821	0,0946	0,549	10,571
50	2,242	0,027	0,446	36,800	1,9298	0,053	0,5182	18,940	1,843	0,0826	0,5426	12,10
55	2,288	0,0249	0,437	40,220	1,949	0,049	0,513	20,560	1,866	0,0808	0,536	12,380
60	2,304	0,0224	0,434	44,60	1,980	0,041	0,505	24,200	1,880	0,0643	0,532	15,400

1-Модуль.	Получение и применение сжиженных газов, развитие и перспективы
Лекция №3	Физико-химические и теплофизические свойства СУГ

Сжиженные газы представляют собой смесь тяжелых углеводородов, в основном пропана - C_3H_8 и бутана - C_4H_{10} .

При нормальных условиях ($0^\circ C$ и 760 мм рт. ст.) они находятся в газообразном состоянии, но уже при относительно небольшом повышении давления и понижении температуры переходят в жидкость.

Для коммунально-бытового потребления по ГОСТу 20448-75 предусматриваются следующие марки газов:

СПБТЗ - смесь пропана и бутана техническая зимняя, не менее 75% пропана;

СПБТЛ - смесь пропана и бутана летняя, не более 60% бутана.

Температура кипения (испарения) пропана - $-40 - -42^\circ C$.

Температура кипения (испарения) бутана - $-0 - -0,5^\circ C$.

Жидкая фаза СУГ легче воды почти в два раза (плотность газа - 580 кг/м^3 , плотность воды - 1000 кг/м^3).

Паровая фаза СУГ тяжелее воздуха почти в два раза - плотность газа - $2,2 \text{ кг/м}^3$, (плотность воздуха - $1,2 \text{ кг/м}^3$).

Газ взрывоопасен и пожароопасен. Нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (нижний и верхний пределы взрываемости газа): от 1,6% до 9,8% .

Температура воспламенения (самовоспламенения) газа - $400-460^\circ C$

Теплота сгорания сжиженного углеводородного газа - $96250-122500 \text{ кДж}$, (калорийность) - $(22000-28000 \text{ ккал/м}^3)$

Количество воздуха, необходимого для полного сгорания 1 м^3 газа - $22 \text{ м}^3 - 28 \text{ м}^3$

Сжиженный углеводородный газ, как и природные газы, не имеет запаха, поэтому для придания газу специфического запаха в него добавляется одорант - этилмеркаптан - 60-90 г. одоранта на 1 тонну СУГ.

В баллонах и сосудах сжиженный газ находится в двух состояниях одновременно - жидкая и паровая фазы, а используется в газообразном состоянии (паровая фаза).

Жидкая фаза газа обладает высоким коэффициентом объемного расширения и в случае переполнения сосудов или баллонов при повышении температуры, расширяясь, может привести к разрыву сосудов, баллонов. Поэтому степень заполнения сосудов, баллонов жидкой фазой СУГ не должна превышать 85% объема.

Сжиженный углеводородный газ имеет высокую степень изменения объема при переходе из жидкого состояния в газообразное, то есть, испаряясь, увеличивается в объеме в 250-290 раз.

Сжиженный углеводородный газ не содержит в своем составе отравляющих компонентов, но действует на организм человека удушающе и наркотически. Содержание газа в закрытом объеме или помещении более 30% приводит к кислородной недостаточности (голоданию) и пострадавший может погибнуть от удушья.

Признаками наркотического отравления являются недомогание и головокружение, вслед за этим наступает состояние опьянения, сопровождаемое веселостью и потерей сознания.

При неполном сгорании СУГ (т.е. при нехватке первичного или вторичного воздуха, отсутствии тяги в дымоходе) действуют на организм человека отравляюще, т.к. выделяется оксид углерода (СО, окись углерода, угарный газ).

Опасная концентрация газа - загазованность, превышающая 20% нижнего предела взрываемости (НКПР, т.е. 0.4% по объёму).

Сжиженные углеводородные газы (СУГ) – представляют собой смесь химических соединений, состоящую в основном из водорода и углерода с различной структурой молекул, т.е. смесь углеводородов различной молекулярной массы и различного строения. Основными компонентами СУГ являются пропан и бутан, в виде примесей в них содержатся более легкие углеводороды (метан и этан) и более тяжелые (пентан). Все перечисленные

компоненты являются предельными углеводородами. В состав СУГ могут входить также непредельные углеводороды: этилен, пропилен, бутилен. Бутан-бутилены могут присутствовать в виде изомерных соединений (изобутана и изобутилена).

ШФЛУ — широкая фракция легких углеводородов, включает в основном смесь легких угле-водородов этановой (C2) и гексановой (C6) фракций.

В целом типичный состав ШФЛУ выглядит следующим образом: этан от 2 до 5%; сжижен – ный газ фракций C4- C5 40-85%; гексановая фракция C6 от 15 до 30%, на пентановую фракцию приходится остаток.

Учитывая широкое применение в газовом хозяйстве именно СУГ, следует более подробно остановиться на свойствах пропана и бутана.

Пропан — это органическое вещество класса алканов. Содержится в природном газе, образуется при крекинге нефтепродуктов. Химическая формула C_3H_8 (рис. 1). Бесцветный газ без запаха, очень малорастворим в воде. Точка кипения $-42,1^{\circ}C$. Образует с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации паров от 2,1 до 9,5%. Температура самовоспламенения пропана в воздухе при давлении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.) составляет $466^{\circ}C$.

Пропан используется в качестве топлива, основной компонент так называемых сжиженных углеводородных газов, в производстве мономеров для синтеза полипропилена. Является исходным сырьём для производства растворителей. В пищевой промышленности пропан зарегистрирован в качестве пищевой добавки **E944**, как пропеллент.

Бутан(C_4H_{10}) — органическое соединение класса алканов. В химии название используется в основном для обозначения н-бутана. Химическая формула C_4H_{10} (рис. 1). Такое же название имеет смесь н-бутана и его изомера изобутана $CH(CH_3)_3$. Бесцветный горючий газ, без запаха, легко сжижаемый (ниже $0^{\circ}C$ и нормальном давлении или при повышенном давлении и обычной температуре — легколетучая жидкость). Содержится в газовом конденсате и нефтяном газе (до 12 %). Является продуктом каталитического и гидрокаталитического крекинга нефтяных фракций.

Производство, как сжиженного газа, так и ШФЛУ осуществляется за счет следующих трех основных источников:

предприятия нефтедобычи – получение СУГ и ШФЛУ происходит во время добычи сырой нефти при переработке попутного (связанного) газа и стабилизации сырой неф-ти;

предприятия газодобычи – получение СУГ и ШФЛУ происходит при первичной пере-работке скважинного газа или несвязанного газа и стабилизации конденсата;

нефтеперегонные установки – получение сжиженного газа и аналогичных ШФЛУ про-исходит при переработке сырой нефти на НПЗ. В данной категории ШФЛУ состоит из смеси бутан-гексановых фракций (C4- C6) с небольшим количеством этана и пропана. Основное преимущество СУГ – возможность их существования при температуре окружаю-щей среды и умеренных давлениях, как в жидком , так и в газообразном состоянии. В жидком со-стоянии они легко перерабатываются, хранятся и транспортируются, в газообразном имеют лучшую характеристику сгорания.

Состояние углеводородных систем определяется совокупностью влияний различных факто-ров, поэтому для полной характеристики необходимо знать все параметры. К основным параметрам, поддающимся непосредственному измерению и влияющим на режимы течения СУГ , относят-ся давление, температура, плотность, вязкость, концентрация компонентов, соотношение фаз.

Система. Система находится в равновесном состоянии, если все параметры остаются неизменными. При таком состоянии в системе не происходит видимых качественных и количественных измене-ний. Изменение хотя бы одного параметра нарушает равновесное состояние системы, вызывая тот или иной процесс.

Углеводородные системы могут быть гомогенными и гетерогенными. Если система имеет однородные физические и химические свойства – она гомогенна, если же она неоднородна или со-стоит из веществ, находящихся в

разных агрегатных состояниях – она гетерогенна. Двухфазные системы относятся к гетерогенным.

Под фазой понимается определенная гомогенная часть системы, имеющая четкую границу раздела с другими фазами.

Сжиженные газы при хранении и транспортировании постоянно изменяют свое агрегатное состояние, часть газа испаряется и переходит в газообразное состояние, а часть конденсируется, переходя в жидкое состояние. В тех случаях, когда количество испарившейся жидкости равно количеству сконденсировавшегося пара, система жидкость-газ достигает равновесия и пары на жидкостью становятся насыщенными, а их давление называется давлением насыщения или упругостью паров.

Упругость паров СУГ возрастает с повышением температуры и уменьшается с ее понижением.

Это свойство сжиженных газов является одним из определяющих при проектировании систем хранения и распределения. При отборе из резервуаров кипящей жидкости и транспортировании ее по трубопроводу часть жидкости испаряется из-за потерь давления, образуется двухфазный поток, упругость паров которого зависит от температуры потока, которая ниже температуры в резервуаре. В случае прекращения движения двухфазной жидкости по трубопроводу давление во всех точках выравнивается и становится равным упругости паров.

Сжиженные углеводородные газы

Сжиженные углеводородные газы транспортируются в железнодорожных и автомобильных цистернах, хранятся в резервуарах различного объема в состоянии насыщения: в нижней части сосудов размещается кипящая жидкость, а в верхней находятся сухие насыщенные пары (рис. 2). При снижении температуры в резервуарах часть паров сконденсируется, т.е. увеличивается масса жидкости и уменьшается масса пара, наступает новое равновесное состояние. При повышении температуры происходит обратный процесс, пока при новой температуре не наступит равновесие фаз.

Таким образом, в резервуарах и трубопроводах происходят процессы испарения и конденсации, которые в двухфазных средах протекают при постоянном давлении и температуре, при этом температуры испарения и конденсации равны.

В реальных условиях в сжиженных газах в том или ином количестве присутствуют водяные пары. Причем их количество в газах может увеличиваться до насыщения, после чего влага из газов выпадает в виде воды и смешивается с жидкими углеводородами до предельной степени растворимости, а затем выделяется свободная вода, которая отстаивается в резервуарах. Количество воды в СУГ зависит от их углеводородного состава, термодинамического состояния и температуры. Доказано, что если температуру СУГ снизить на 15-30⁰С, то растворимость воды снизится в 1,5-2 раза и свободная вода скопится на дне резервуара или выпадет в виде конденсата в трубопроводах.

Скопившуюся в резервуарах воду необходимо периодически удалять, иначе она может попасть к потребителю или привести к поломке оборудования.

1-3 – упругость паров: 1 – пропана, 2 – смеси пропан-бутана, 3 – бутана;
4-5 – линии гидратообразования: 4 – пропана, 5 – бутана.

Рисунок 3. Гидратообразование и упругость паров пропана и бутана.

Согласно методам испытаний СУГ определяют наличие лишь свободной воды, присутствие растворенной допускается.

За рубежом предъявляются более жесткие требования на наличие воды в СУГ и ее количество, посредством фильтрации доводится до 0,001% по массе. Это оправдано, так как растворенная вода в сжиженных газах является загрязнителем, ибо даже при положительных температурах она образует твердые соединения в виде гидратов.

Гидраты. Гидраты можно отнести к химическим соединениям, так как они имеют строго определенный состав, но это соединения молекулярного типа, однако химическая связь на базе электронов у гидратов отсутствует. В зависимости от молекулярной характеристики и структурной формы внутренних ячеек, различные газы внешне представляют собой четко

выраженные прозрачные кристаллы разнообразной формы, а гидраты, полученные в турбулентном потоке – аморфную массу в виде плотно спрессованного снега.

По графику, представленному на рис.3 видно, что давление, при котором образуются гидраты при температуре меньше 0⁰С, ниже упругости паров пропана, такая же зона имеется и для бутана.

Условия образования гидратов необходимо знать при проектировании трубопроводов и систем для транспортировки газов, оборудования ГНС, АГЗС, а также для разработки мер по предупреждению их образования и ликвидации гидратных пробок. Установлено, что давление, при котором образуются гидраты при температуре +5⁰С ниже упругости паров пропана и бутана.

В большинстве случаев, говоря о сжиженных газах, мы подразумеваем углеводороды соответствующие ГОСТ 20448-90 «Газы углеводородные сжиженные для коммунально-бытового потребления» и ГОСТ 27578-87 «Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта». Они представляют собой смесь, состоящую в основном из пропана, бутана и изобутана. Благодаря идентичности строения их молекул приближенно соблюдается правило аддитивности: параметры смеси пропорциональны концентрациям и параметрам отдельных компонентов. Поэтому по некоторым параметрам можно судить о составе газов.

Соответствующие параметры смесей

Соответствующие параметры смесей получают суммированием парциальных параметров отдельных компонентов:

$$y_{см} = \sum y_i x_i , \quad (1)$$

Где $y_{см}$ – параметр смеси; y_i – параметр компонента; x_i – концентрация компонента.

В соответствие с правилом аддитивности и таблицами 1; 2 можно рассчитать любой параметр смеси. Для примера возьмем пропан-бутановую смесь с концентрацией 40% бутана и 60% пропана. Необходимо определить плотность смеси при 10⁰С. По формуле 1 находим:

$$\rho_{см} = 516,8 \times 0,6 + 586,3 \times 0,4 = 310,08 + 234,52 = 544,6$$

Таким образом, для данных условий плотность смеси будет составлять 544,6 кг/м³.

При проведении измерений количества СУГ и при учетных операциях на объектах хранения, важное значение имеют такие понятия как плотность, температурное расширение и вязкость.

Плотность, кг/м³ – отношение массы тела к его объему, зависящее от углеводородного состава и его состояния. Плотность паровой фазы СУГ – сложная функция температуры, состояния и давления для каждого компонента.

Жидкой фазы плотность пропан-бутановых смесей зависит от состава углеводородов и температуры, так как с ростом температуры снижается плотность жидкости, что обусловлено объемным расширением.

Относительное изменение объема жидкости при изменении температуры на один градус характеризуется температурным коэффициентом объемного расширения β_t , который у сжиженных газов (пропана и бутана) в несколько раз больше чем у иных жидкостей.

Пропан – $3,06 \cdot 10^{-3}$; Бутан – $2,12 \cdot 10^{-3}$; Керосин – $0,95 \cdot 10^{-3}$; Вода – $0,19 \cdot 10^{-3}$;

При повышении давления жидкая фаза пропана и бутана сжимается. Степень сжатия ее оценивается коэффициентом объемной сжимаемости $\beta_{сж}$, размерность которого обратна размерности давления.

Вязкость – это способность газов или жидкостей оказывать сопротивление сдвигающим усилиям, обусловленная силами сцепления между молекулами вещества. При относительном движении между слоями потока возникает касательная сила, которая зависит от площади соприкосновения слоев и градиента скорости. Удельное касательное напряжение, возникающее между слоями, определяет динамическую вязкость газа или жидкости и называется коэффициентом динамической вязкости. Анализ экспериментальных исследований показал, что вязкость СУГ зависит от температуры, а с увеличением давления растет незначительно. В отличие от жидкостей у газа вязкость с повышением температуры возрастает.

В технических расчетах часто пользуются кинематической вязкостью ν , представляющей собой отношение динамической вязкости к плотности:											
			$\nu = \frac{\eta}{\rho}$;	ρ				(2)			
Физические и термодинамические свойства сжиженных газов приведены в таблицах 1 – 2.											
Таблица 1											
Термодинамические и физические свойства жидкой фазы пропана и бутана											
	0			3	$\nu, 10^{-7}$	Сж,	г,		$\lambda, 10^{-3}$	$\alpha^2, 10^{-}$	
	Т, К (С)	Р, МПа	$\rho_{ж}, \text{кг/м}^3$	$\text{м}^2/\text{с}$		кДж/(кг	кДж/кг		Вт/(м•	$\text{м}^2/\text{с}$	Рг
				Жидкая	фаза пропана						
223	(-50)		0,070	594,3	4,095	2,207	434,94		126,68	0,966	4,24
228	(-45)		0,088	587,9	3,932	2,230	429,50		125,99	0,961	4,09
233	(-40)		0,109	581,4	3,736	2,253	424,02		125,30	0,957	3,90
238	(-35)		0,134	574,9	3,568	2,278	418,32		124,61	0,951	3,75
243	(-30)		0,164	568,5	3,410	2,303	412,62		123,92	0,946	3,60
248	(-25)		0,199	562,0	3,259	2,328	406,685		123,23	0,942	3,46
253	(-20)		0,239	555,5	3,116	2,353	400,75		122,55	0,938	3,32
258	(-15)		0,285	549,1	2,980	2,385	394,58		121,86	0,931	3,20
263	(-10)		0,338	542,6	2,851	2,416	388,41		121,17	0,924	3,09
268	(-5)		0,398	536,2	2,731	2,448	381,76		120,48	0,918	2,97
273	(0)		0,467	529,7	2,613	2,479	375,11		119,79	0,912	2,87
278	(5)		0,544	523,2	2,502	2,519	367,99		119,10	0,904	2 77
283	(10)		0,630	516,8	2,398	2,558	360,87		118,41	0,896	2,68
288	(15)		0,727	510,3	2,300	2,604	353,27		11-7,72	0,886	2,60
293 (20)	0,834	503,9	2,209	2,650	345,67	117,03	0,876	2,52			
298 (25)	0,953	497,4	2,120	2,699	337,125	116,35	0,867	2,45			
303 (30)	1,084	490,9	2,037	2,747	328,58	115,66	0,858	2,37			
308 (35)	1,228	484,5	1,960	2,799	318,84	114,97	0,848	2,31			

313 (40)	1,385	478,0	1,887	2,851	309,11	114,28	0,839	2,25
318 (45)	1,558	571,5	1,818	2,916	297,48	113,59	0,826	2,20
323 (50)	1,745	465,1	1,755	2,981	285,84	112,90	0,814	2,16

Жидкая фаза бутана

228 (-45) 0,0126 667,0 4,92 2,125 420,36 132,72 0,9364 5,25

223	(-50)	0,0094	674,3	5,09	2,114	423,96	133,45	0,9362	5,44
233	(-40)	0,0167	659,7	4,76	2,135	416,75	131,59	0,9371	5,08
238	(-35)	0,0218	652,3	4,60	2,152	412,97	131,27	0,9351	4,92
243	(-30)	0,0280	645,0	4,43	2,169	409,19	130,54	0,9331	4,75
248	(-25)	0,0357	637,7	4,28	2,188	405,41	129,82	0,9304	4,60
253	(-20)	0,0449	630,3	4,18	2,207	401,63	129,09	0,9280	4,50
258	(-15)	0,056	616,6	3,98	2,234	397,67	128,37	0,9319	4,27
263	(-10)	0,069	611,5	3,83	2,261	393,70	127,64	0,9232	4,15
268	(-5)	0,085	606,3	3,698	2,270	389,56	126,92	0,9222	4,01
273	(0)	0,103	601,0	3,561	2,307	385,42	126,19	0,9101	3,91
278	(5)	0,123	593,7	3,422	2,334	381,10	125,46	0,9054	3,78
283	(10)	0,147	586,3	3,320	2,361	376,77	124,74	0,9011	3,68
288	(15)	0,175	579,0	3,173	2,392	372,09	124,01	0,8940	3,55
293	(20)	0,206	571,7	3,045	2,424	367,41	123,29	0,8897	3,42
298	(25)	0,242	564,3	2,934	2,460	362,37	122,56	0,8828	3,32
303	(30)	0,282	557,0	2,820	2,495	357,32	121,84	0,8767	3,22
308	(35)	0,327	549,7	2,704	2,535	351,92	121,11	0,8691	3,11
313	(40)	0,377	542,3	2,606	2,575	346,52	120,39	0,8621	3,02
318	(45)	0,432	535,0	2,525	2,625	340,76	119,66	0,8521	2,96
323	(50)	0,494	527,7	2,421	2,680	334,99	118,93	0,8409	2,88

Таблица 2

		Термодинамические и физические свойства паровой фазы пропана и бутана								
Т, К (		0	С)	Р, МПа	З	$v, 10^{-7}$	Сп,	r, кДж/кг	$\lambda, 10^{-3}$	$\alpha^2, 10^{-}$
					$\rho_n, \text{кг/м}$	$\text{м}^2/\text{с}$	кДж/(кг–К)		Вт/(м•К)	$\text{м}^2/\text{с}$
						Паровая фаза пропана				
223	(-50)			0,070	1 96	30,28	1,428	434 94	0,92	32,9
228	(-45)			0,088	2 41	25,23	1,454	429,50	0,96	27,4
233	(-40)			0,109	2 92	21,32	1,480	424,02	1,00	23,1
238	(-35)			0,134	3,52	18,09	1,505	418,32	1,04	19,6
243	(-30)			0,164	4,22	15,43	1,535	412,62	1,07	16,5
248	(-25)			0,199	5,02	13,26	1,552	406,685	1,11	14,2
253	(-20)			0,239	5,90	11,52	1,587	400,75	1,15	12,3
258	(-15)			0,285	6 90	10,06	1,610	394,58	1,19	10,7
263	(-10)			0,338	8,03	8,82	1,640	388,41	1,24	9,4
268	(-5)			0,398	9,28	7,78	1,675	381,76	1,28	8 2
273	(0)			0,467	10,67	6,90	1,710	375,11	1,32	7,2
278	(5)			0,544	12 23	6,14	1,750	367,99	1,36	6,4
283	(10)			0,630	13,91	5,50	1,786	360,87	1,41	5,7
288	(15)			0,727	15 75	4,94	1,820	353,27	1,45	5,1
293	(20)			0,834	17,79	4,45	1,855	345,67	1,50	4 5
298	(25)			0,953	19,99	4,03	1,888	337,125	1,54	4,1
303	(30)			1,084	22 36	3,67	1,916	328,58	1,59	3,7
308	(35)			1,228	24,92	3,35	1,940	318,84	1,63	3,4
313	(40)			1,385	27,66	3,06	1,960	309,11	1,68	3,1
318	(45)			1,558	30,60	2,81	1,976	297,48	1,73	2,9
323	(50)			1,745	33,76	2,59	1,989	285,84	1,78	2,7

						Паровая фаза бутана				
223	(-50)			0,0094	0,30	168,535	1,440	423,96	0,90	208,3
228	(-45)			0,0126	0,39	132,866	1,463	420,36	0,93	163,0
233	(-40)			0,0167	0,51	104,062	1,480	416,75	0,97	128,5
238	(-35)			0,0218	0,65	83,573	1,505	412,97	1,01	103,2
243	(-30)			0,0280	0,82	67,768	1,520	409,19	1,05	84,2
248	(-25)			0,0357	1,03	55,159	1,540	405,41	1,09	68,7
253	(-20)			0,0449	1,27	45,712	1,560	401,63	1,13	57,0
258	(-15)			0,056	1,55	38,252	1,580	397,67	1,17	47,8
263	(-10)			0,069	1,86	32,540	1,610	393,70	1,21	40,4
268	(-5)			0,085	2,26	27,325	1,632	389,56	1,26	34,2
273	(0)			0,103	2,66	23,677	1,654	385,42	1,30	29,5
278	(5)			0,123	3,18	20,189	1,674	381,10	1,34	25,2
283	(10)			0,147	3,71	17,634	1,694	376,77	1,39	22,1
288	(15)			0,175	4,35	15,318	1,713	372,09	1,43	19,2
293	(20)			0,206	5,05	13,435	1,732	367,41	1,48	16,9
298	(25)			0,242	5,82	11,864	1,751	362,37	1,53	15,0
303 (30)		0,282		6,68	10,517	1,770	357,32'	1,57	13,3	
308 (35)		0,327		7,60	9,402	1,791	351,92	1,62	11,9	
313 (40)		0,377		8,62	8,428	1,810	346,52	1,67	10,7	
318 (45)		0,432		9,72	7,596	1,830	340,755	1,72	9,7	
323 (50)		0,494		10,93	6,864	1,848	334,99	1,77	8,8	

Таким образом, можно подвести итог и выделить основные свойства пропан-бутановых смесей, влияющих на условия их хранения, транспортирования и измерения.

1. Сжиженные углеводородные газы (Свойства сжиженных углеводородных газов Особенности эксплуатации углеводородных систем) относятся к низкокипящим жидкостям, способным находиться в жидком состоянии под давлением насыщенных паров.

Температура кипения: Пропан -42°C ; Бутан $-0,5^{\circ}\text{C}$.

2. При нормальных условиях объем газообразного пропана больше в 270 раз, чем объем пропана сжиженного.

3. Сжиженные углеводородные газы характеризуются высоким коэффициентом теплового расширения.

4. СУГ характеризуются низкой плотностью и вязкостью по сравнению со светлыми нефтепродуктами.

5. Нестабильность агрегатного состояния СУГ при течении по трубопроводам в зависимости от температуры, гидравлических сопротивлений, неравномерности условных проходов.

6. Транспортирование, хранение и измерение СУГ возможны только посредством закрытых (герметизированных) систем, рассчитанных, как правило, на рабочее давление 1,6 МПа.

7. Перекачивающие, измерительные операции требуют применения специального оборудования, материалов и технологий.

1-Модуль.	Получение и применение сжиженных газов, развитие и перспективы
Лекция №4	Перекачка СУГ и компрессирование природного газа

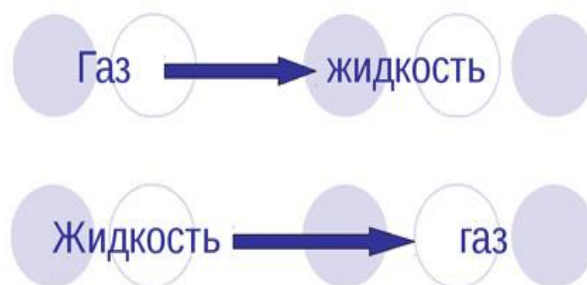
Во всем мире, углеводородные системы и оборудование, а также устройство технологических систем подчинено единым требованиям и правилам.

Сжиженный газ представляет собой ньютоновскую жидкость, поэтому процессы перекачивания и измерения описываются общими законами гидродинамики. Но функция углеводородных систем сводится не только к простому перемещению жидкости и ее измерению, но и обеспечению уменьшения влияния «отрицательных» физико-химических свойств СУГ.

Принципиально, системы, перекачивающие СУГ (Свойства сжиженных углеводородных газов Особенности эксплуатации углеводородных систем), мало отличаются от систем для воды и нефтепродуктов, и, тем не менее, необходимо дополнительное оборудование, гарантирующее качественные и количественные характеристики измерения.

Исходя из этого технологическая углеводородная система, как минимум должна иметь в своем составе резервуар, насос, газоотделитель, измеритель, дифференциальный клапан, отсечной или регулирующий клапан, устройства безопасности от превышения давления или скорости потока.

В процессе эксплуатации (хранения, транспорта и непосредственно перекачки) не всегда удастся сохранить одинаковый температурный режим и давление. Имея нестабильное агрегатное состояние, эти процессы характеризуются циклическими испарением и конденсацией газа, образуя двухфазный поток. В связи с этим для предприятий, эксплуатирующих сжиженные газы, остро стоит вопрос о перевалке газов с минимальными испарениями. Для этого необходимо применять герметичное оборудование, обеспечивающее как постоянное давление и перекачку без потерь, так и безопасность работы всей системы в связи с легковоспламеняемыми характеристиками СУГ.



Оборудование для перекачки сжиженных углеводородных газов

Хранимый газ в емкостях имеет равновесное состояние, поэтому невозможно осуществить самостоятельное движение среды. Для создания движения и подачи газа в трубопровод/газораздаточную колонку из/в авто- или ж/д цистерну и т.д. используется различное оборудование:

- насосы для перекачки жидкой фазы СУГ
- компрессоры для перекачки газовой фазы СУГ



Насосы для перекачки СУГ

По своей конструкции и принципу работы выделяются следующие основные типы насосов:

- объемные (шиберные, шестеренные), динамические (лопастные центробежные, вихревые самовсасывающие)
- центробежные
- самовсасывающие (вихревые), погружные, полупогружные

Первая классификация основана на различиях в принципе действия и конструктивном исполнении действующих элементов - лопасти, поршня, вала или рабочего колеса, за счет которых происходит нагнетательный процесс под действием разности давления в отпускаемом и принимающем оборудовании.

Центробежные насосы для СУГ характеризуются перпендикулярным движением рабочей среды относительно оси вращения благодаря силе инерции.

В основе третьей классификации лежит способ размещения насоса в рабочей среде.

Выпускает насосные установки для перекачки сжиженного углеводородного газа:

- узлы слива на базе вихревых и самовсасывающих насосов
- насосно-счетные установки
- самовсасывающие насосные установки
- установки на базе открыто-вихревых насосов
- установки для повышения давления на базе самовсасывающих насосов.

Все типы насосов и насосных установок предназначены для откачки СУГ из наземных и подземных резервуаров, ж/д и автоцистерн и подачи газа в газораспределительную систему, баллоны, газораздаточную установку и т.д. В зависимости от типа насоса и необходимых характеристик на объекте мы производим и поставляем насосные установки производительностью от 10 до 1400 л/мин и мощностью электронасоса до 30-75 кВт.

Основные характеристики поставляемых насосных установок для сжиженного углеводородного газа

- давление - 1,6 МПа
- производительность - 10-1400 л/мин.
- мощность двигателя - до 75 кВт
- высота всасывания насоса - 5-310 м
- дифференциальное давление - 1,4-1,6 МПа

Вне зависимости от типа оборудования насосы обеспечивают требуемую скорость и давление перекачки, а также сводят практически до нуля образование паров (т.н. кавитацию).



Компрессоры и компрессорные установки СИНТЭК для перекачки СУГ

Компрессоры для сжиженных углеводородных газов работают по принципу создания перепада давления между принимаемым и разгружаемым оборудованием: сначала газ откачивается из принимаемого резервуара, затем сжимается и подается в разгружаемую емкость. За счет этого, а также повышения температуры в результате сжатия СУГ, понижается давление в освобождаемой емкости и повышается в наполняемой. Все эти процессы приводят к перекачиванию сжиженного газа. Четырехходовый клапан позволяет перекачать пары газа из разгружаемой емкости в принимающую.

Особенностью работы компрессоров является способность рекуперации паров с последующим их сбором в конденсатосборнике.

Завод ГазСинтез[®] производит одноступенчатые компрессорные установки СИНТЭК в комплектном исполнении для эксплуатации с сжиженными и сжатыми газами (азот, аргон, гелий, воздух, углекислый газ и др.) производительностью до 209 м³/ч и мощностью двигателя до 37 кВт.

Перекачивание СУГ является одним из основополагающих процессов на объектах СУГ, обеспечивающий транспорт нужного объема газа по технологическим линиям и цепочкам. Поэтому очень важно подобрать именно то оборудование, которое будет максимально соответствовать эксплуатационным требованиям к производительности, мощности, взрыво- и пожаробезопасности.

1-Модуль.	Получение и применение сжиженных газов, развитие и перспективы
Лекция №5	Использовании СУГ

Под СУГ, используемыми для газоснабжения потребителей, понимают такие индивидуальные углеводороды или их смеси, которые при нормальных условиях находятся в газообразном состоянии, а при относительно небольшом повышении давления и температуре окружающей среды или незначительном понижении температуры при атмосферном давлении переходят в жидкое состояние.

Углеводороды отличаются друг от друга количеством атомов углерода и водорода в молекуле, а также характером связей между ними. При нормальных условиях из предельных углеводородов C_nH_{2n+2} (в которых углерод до предела насыщен атомами).

Сжиженные углеводородные газы (СУГ) (англ. Liquefied petroleum gas (LPG)) — смесь сжиженных газов под давлением легких углеводородов с температурой кипения от -50 до 0 °С. предназначены для применения в качестве топлива. Состав может существенно различаться, основные компоненты: пропан, бутан, пропилен, изобутан, изобутилен, н-бутан и бутилен. Сырьем для получения СУГ являются в основном нефтяные попутные газы, газоконденсатных месторождений и газы, получаемые в процессе переработки нефти. Транспортируются и хранятся в баллонах и газгольдерах. Применяются для приготовления пищи, кипячения воды, отопления, используются в зажигалках, в качестве топлива на автотранспорте. В сосудах (цистернах, резервуарах, баллонах) для хранения и транспортировки СУГ одновременно находятся в двух фазах: жидкой и парообразной, причем 85 % от объема сосуда занимает жидкая фаза, 15 % — паровая. СУГ хранят, транспортируют в жидком виде под давлением, которое создается собственными парами газа. Это свойство делает СУГ удобными источниками снабжения топливом коммунально-бытовых и промышленных потребителей, так как сжиженный газ при хранении и транспортировке в виде жидкости занимает в сотни раз меньший объем, чем газ в естественном (газообразном или парообразном) состоянии, а распределяется по газопроводам и используется (сжигается) в газообразном виде. Среди обычно применяемых топлив сжиженные углеводородные газы единственные в своем роде топлива, которые при определенном давлении и температуре могут транспортироваться и храниться в жидком виде. однако при нормальном давлении и сравнительно низких температурах эти смеси испаряются и используются как газы. переход сжиженных углеводородных газов в газообразное или жидкое состояние зависит от трех факторов — давления, температуры и объема. Жидкие углеводороды, входящие в состав

сжиженных газов, характеризуются высоким объемным коэффициентом расширения, значительно превышающим коэффициент расширения бензина, керосина и воды, малой плотностью, значительной упругостью паров, возрастающим повышением температуры жидкости. Газообразные углеводороды, входящие в состав сжиженных газов, характеризуются различной плотностью, которая может быть меньше и больше плотности воздуха, медленной диффузией в атмосферу, особенно при отсутствии ветра, невысокой температурой воспламенения, низкими пределами взрываемости в воздухе, возможностью образования конденсата при снижении температуры до точки росы или при повышении давления. Сжиженные газы пожаро- и взрывоопасны, малотоксичны, имеют специфический характерный запах, по степени воздействия на организм относятся к веществам IV класса опасности (ГОСТ 12.1.007). Сжиженные газы образуют с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации паров пропана от 2,3 до 9,5 %, нормального бутана — от 1,8 до 9,1 % (по объему), при давлении 0,1 Мпа (1 атм.) и температуре 15÷20 °С. Температура самовоспламенения пропана в воздухе составляет 470 °С, нормального бутана — 405 °С. предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны (в пересчете на углерод) предельных углеводородов (пропан, нормальный бутан) — 300 мг/м³, непредельных углеводородов (пропилен, бутилен) — 100 мг/м³. Сжиженные газы, попадая на тело человека, вызывают обморожение, напоминающее ожог. пары сжиженного газа тяжелее воздуха и могут скапливаться в низких непроветриваемых местах. Для обеспечения безопасности при использовании сжиженного газа, а также правильного обращения с этим продуктом необходимо учитывать основные свойства этого газа и специальные требования. технологические параметры сжиженного газа приведены в таблице.

Параметр	Пропан	Бутан
Химическая формула	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Плотность жидкой фазы при 20 °С, кг/л	0,498	0,578
Плотность газа при 15 °С, кг/м ³	2,019	2,590
Специфический объем газа (воздух = 1)	1,562	2,091
Момент кипения, °С	-42,1	-0,5
Объем газа, который испарится из 1 кг жидкой фазы, м ³ : при температуре 0 °С и при давлении 101,325 кПа	101,325	101,325
при температуре 20 °С и при давлении 101,325 кПа	0,496	0,553
Теплотворная способность / жидкая фаза, МДж/кг	46,34	47,20
Теплотворная способность / газ, МДж/м ³	97,19	118,23
Октановое число	112	93

Сжиженные углеводородные газы, подаваемые в населенные пункты, должны соответствовать требованиям ГОСТ 20448–90. для коммунально-бытового потребления и промышленных целей стандартом предусматривается выпуск реализация СУГ следующих марок: – пт — пропан технический; – спбт — смесь пропана и бутана техническая; – бт — бутан технический; – спбтз — смесь пропана и бутана технических зимняя; –

спбтл — смесь пропана и бутана технических летняя. Сжиженный природный газ и сжиженный пропан-бутан используются для тех же целей, что и магистральный природный газ: — получение электрической и тепловой энергии в установках локальной энергетики; — газификация населенных пунктов и промышленных объектов; — применение в качестве моторного топлива; — использование как сырья для химической промышленности. Благодаря «двойственной» природе, с одной стороны, сжиженные газы имеют преимущества жидкости при транспортировке и хранении (легкая транспортабельность, малый занимаемый объем, возможность применения более тонкостенных сосудов, сравнительно простой арматуры и т. д.), а с другой стороны, находясь в газообразном состоянии, они приобретают преимущества, свойственные газам при их распределении по сетям и сжигании. Для газоснабжения потребителей служит технологическое устройство, включающее резервуары СУГ, трубопроводы жидкой и паровой фазы, испарители, регулирующую и запорную арматуру, контрольно-измерительные приборы, а именно: газовые шаровые краны фланцевые (ГШК), клапаны обратные, клапаны скоростные, запорные угловые вентили, предохранительные клапаны с запорным устройством, предпочтение отдается клапанам фирмы «Rego», но возможны и иные вариации, уровнемер, кран трехходовой под манометр и сам манометр, а также муфты и заглушки. Резервуарные установки предназначены для приема сжиженных углеводородных газов (пропана, бутана и их смесей) автомобильным транспортом, их хранения, регазификации, редуцирования и выдачи в автономную газораспределительную сеть в виде паровой фазы необходимого потребителям давления или для выдачи СУГ к испарительным установкам и регуляторам давления. Для хранения СУГ используются резервуары, иногда называемые газгольдерами, которые можно классифицировать на надземные и подземные, одностенные и двустенные. Головки резервуарных установок всех моделей обеспечивают непосредственную коммутацию со сливными рукавами автоцистерн СУГ без использования отдельных сливных колонок. С газобензиновых или нефтеперерабатывающих заводов газ в жидком виде доставляется на газонаполнительные станции или кустовые базы. на газонаполнительных станциях осуществляется прием СУГ, перелив их в резервуары и наполнение баллонов и авто- цистерн. в автоцистернах газ доставляют к резервуарным установкам зданий промышленных и сельскохозяйственных потребителей, а также на автозаправочные станции, в баллонах — непосредственно потребителям. для транспортировки газа на большие расстояния используют железнодорожные цистерны. Эти цистерны должны обладать достаточной прочностью, чтобы выдержать давление паров легкокипящих углеводородов при максимальной температуре окружающей среды. при этом чем больше в

смеси пропана (легко кипящий компонент), тем более высокое давление возможно в резервуарах. с увеличением содержания бутана это давление снижается. поэтому при транспортировке пропана железнодорожные цистерны рассчитывают на рабочее давление 2 Мпа, а при транспортировании бутана — 0,8 Мпа. Вместимость цистерн 51÷60 м³. железнодорожные цистерны оборудуют устройствами для налива и слива жидкости, приспособлениями для измерения количества жидкости и предохранительными клапанами. арматуру устанавливают на крышке люка и закрывают колпаком. от воздействия солнечных лучей цистерны защищают кожухом, окрашенным светлой краской. Для приема, перелива, хранения и наполнения резервуаров и баллонов на газонаполнительных станциях имеются следующие цеха и отделения: сливная эстакада с железнодорожной веткой; хранилище из стальных резервуаров; насосно-компрессорный цех для слива газа из железнодорожных цистерн в хранилища и подачи газа для наполнения автоцистерн и баллонов; цех для наполнения баллонов и слива из них неиспарившихся остатков; колонки для наполнения автоцистерн; коммуникации жидкой и паровой фаз. кроме того, газонаполнительные станции имеют систему энергоснабжения, водопровод, канализацию, ремонтные мастерские, гараж и котельную. станции размещаются вне населенных пунктов с подветренной стороны розы ветров (господствующих ветров). На газонаполнительных станциях СУГ из железнодорожных цистерн сливают в хранилища, которые могут состоять из наземных и подземных стальных резервуаров. при этом резервуары располагаются группами в местах с пониженными отметками территории станции. расстояние между резервуарами должно составлять не менее 2 м. при суммарной вместимости хранилища до 2000 м³ объем резервуаров в каждой группе должен составлять не более 1000 м³, а при вместимости хранилища до 8000 м³ — не более 2000 м³. Наибольшее распространение на газонаполнительных станциях получил насосно-компрессорный способ слива газа. компрессоры отбирают пары сжиженного газа из емкости и нагнетают их в цистерну. сжиженный газ из хранилищ подается насосом для заполнения автоцистерн и баллонов. для доставки сжиженного газа в резервуарные установки различных потребителей используют автоцистерны. При установке на автоцистернах насосов с приводом от двигателя автомобиля они могут использоваться для наполнения баллонов непосредственно на пунктах обмена баллонов. Наиболее распространенными и простейшими сосудами, предназначенными для транспортирования и хранения СУГ, являются баллоны вместимостью до 100 л. Сосуды от 100 до 500 л называются бочками, а свыше 500 л — резервуарами. Баллон имеет сварной корпус из спокойной мартеповской стали толщиной 2÷4 мм с двумя сферическими днищами, башмак для

установки в вертикальное положение, горловины в верхнем днище для установки вентиля и защитный колпак. на баллонах вместимостью 5, 12 и 27 л колпак заменен защитным воротником, одновременно являющимся транспортной ручкой и обеспечивающим многоярусное хранение баллонов. баллоны вместимостью 50 и 80 л вместо воротника снабжены защитным колпаком. На корпусе баллона или на закрепленной металлической пластине выбиваются следующие паспортные данные: товарный знак предприятияизготовителя; тип; номер; дата изготовления и следующего испытания; вместимость (л); масса пустого баллона с газом; клеймо технического контроля; номер стандарта; отпускная цена. При наполнении баллонов СУГ придерживаются нормы 0,425 кг на 1 л объема. переполнение баллонов сжиженным газом недопустимо, так как возможен разрыв баллонов. Перевозить баллоны можно в горизонтальном и вертикальном положении. Наполненные и перевозимые в открытом транспорте баллоны защищают от действия солнечных лучей. Во время погрузки баллонов на автомобиль его двигатель должен быть в нерабочем состоянии. Во время погрузочноразгрузочных работ нельзя допускать падения или ударов баллонов и снимать баллоны колпаком вниз.

2-Модуль.	Оборудование для транспорта СУГ
Лекция №6	Транспорт СУГ через железнодорожный транспорт