ISSN 2010-5576

“O‘ZBEKISTON NEFT VA GAZ”

ILMIY-TEXNIKA JURNALI

4 / 2023 / OKTABR, NOYABR, DEKABR

Таъсисчи – “ЎЗБЕКНЕФТГАЗ” АЖ

Таҳрир ҳайъати раиси
Баҳодиржон Сидиқов

Таҳрир ҳайъати раиси ўринбосарлари:
**Шаҳзод Алиризаев, Бехзод Усманов, Рустам Шеров,
Улуғбек Назаров**

Таҳрир ҳайъати аъзолари:
**Алишер Баҳодиров, Шокир Жабборов, Хислат Назиров, Шермат Шамсиев, Шуҳрат Асланов,
Акбар Фазилов, Босит Ҳамидов, Шарафутдин Арсланов, Элёрбек Сайдахмедов, Садриддин Фозилов,
Ойбек Арипджанов, Шодияхон Азимова**

Директор
Алишер Эгамбердиев

Нашр учун масъул – **Шодияхон Азимова**

Мусаҳҳиҳ – **Феруза Шарипова**
Рассом-саҳифаловчи – **Сардор Дадажонов**
Режалаштириш бўйича техник – **Раъно Иватова**
Фотомухбир – **Жавоҳир Норқазоқов**
Дизайнер ва саҳифаловчи – **Рохат Одинаева**

Таҳририят манзили:
100029, Ўзбекистон, Тошкент, Т. Шевченко кўчаси, 2
Тел./факс: (+99871) 256-67-27
E-mail: jurnal-ogu@mail.ru

“O‘ZBEKISTON NEFT VA GAZ” ILMIY-TEXNIKA JURNALI
Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлигида рўйхатдан ўтган. Рўйхатдан ўтиш гувоҳномаси № 0107. 28.06.2016 й. Индекс 896. 1996 йилда таъсис этилган. Ҳар уч ойда бир марта нашр этилади.

Формат 60x90 1/8. Офсет босма усулида босилди.
Шартли. б. т. — 10,25. Адади 300 нусха. Буюртма № 25.
"Silver Star Print" MCHJ
Manzil: Toshkent shahar, Olmazor tumani, Qoraqamish ko'chasi, Ibrohimota MFY, 322B-uy

Материаллар кўчириб босилганда, “O‘zbekiston neft va gaz” журналидан олинди, деб кўрсатилиши шарт. Журналда босилган материал ва рекламалардаги далилларнинг аниқлигига муаллифлар масъул. Таҳририят фикри ҳар вақт ҳам муаллифлар фикрига мос келавермаслиги мумкин. © “O‘zbekiston neft va gaz” ilmiy-texnika jurnali

МУНДАРИЖА/СОДЕРЖАНИЕ

3	**ЯНГИЛИКЛАР**
ПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА	
9	**Аббасова С.А.** МЕТОД АДАПТАЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОТСУТСТВИЯ ИНФОРМАЦИИ ПО ДОБЫЧЕ ГАЗА
БУРЕНИЕ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ	
15	**Арсланов Ш. С.** КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КАННАБИС ДЛЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ
21	**Хурмаматов А.М., Абдурахимов С.С., Туробжонов С.М.** ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕСТНЫХ НЕФТЕЙ
ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ	
28	**A.I. Shomurodov, B.M. Ismailov, A.G.Maxsumov** MONOKARBON KISLOTA PROPARGIL EFIRLARI HAMDA ULARNI PIPERIDINLI HOSILALARI OLINISHI VA INGIBITORLIK XUSUSIYATLARI
33	**С.Ф. Фозилов, Ж.Ш. Раббимов , С.А. Ғайбуллаев, Б.А. Мавланов, Ҳ.М. Мустафоев** ЭТИЛЦИКЛОГЕКСАННИ НИТРОЛАШ АСОСИДА ДИЗЕЛ ЁҚИЛҒИЛАРИ УЧУН ЦЕТАН СОНИНИ ОШИРУВЧИ ПРИСАДКАЛАР ОЛИШ ВА УЛАРНИНГ ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ
41	**Sh.B.Mavlonov** STUDY OF THE SYNTHESIS OF HETEROPOLYMERS THAT INCREASE THE STABILITY OF SIDEMATIZATION OF LUBRICANTS AND DIESEL FUEL AND THE MECHANISM OF THE EFFECT
50	**Мухиддинов Б.Ф., Махсумов А.Г., Машаев Э.Э., Исмаилов Б.М.** ПРИМЕНЕНИЕ N,N'-ГЕКСАМЕТИЛЕН БИС [(О, М-КРЕЗОЛИЛО) -КАРБАМАТОВ] В КАЧЕСТВЕ АНТИОКСИДАНТОВ ДЛЯ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ
54	**S.A. Berdiyev** POLIKARBOKSILATLAR ASOSIDA MOYLAR UCHUN YANGI YUVUVCHI QO‘SHIMCHALAR SINTEZ QILISHNI TADQIQ ETISH
ЭКОЛОГИЯ	
60	**Рахматуллаев Ф. Н. Турабджанов С.М. Эгамбердиев Э.А. Азимов Д.М.** ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ ПРОДУКТОВ УГЛЕРОДА ПУТЕМ ПИРОЛИЗА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
69	**Яковлева Ю.А., Ташева З.И.** ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) В HR-МЕНЕДЖМЕНТ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

BARQAROR VODOROD ISHLAB CHIQARISHDA INNOVATSION G‘OYALAR

Toshkentda o‘tkazilayotgan “InnoWeek-2023” innovatsion g‘oyalar haftaligi doirasida “O‘zbekistonda barqaror vodorod ishlab chiqarish yo‘llari” xalqaro forumi bo‘lib o‘tmoqda.



Ushbu forum “O‘zbekneftgaz” AJ, Innovatsion rivojlanish agentligi hamda Birlashgan Millatlar Tashkilotining Yevropa Iqtisodiy Komissiyasi bilan birgalikda tashkil etildi.

Unda Markaziy Osiyo davlatlari, AQSH, Buyuk Britaniya, Italiya, Yaponiya, Xitoy, Hindiston, Rossiya kabi mamlakatlardan mutaxassislar, Osiyo taraqqiyot banki vakillari ishtirok etmoqda.

Mutaxassislar Markaziy Osiyo davlatlarida vodorod ishlab chiqarish hamda ichki bozor savdosi va mamlakatning eksport qilish imkoniyatlarini muhokama qilmoqda.



Muhokamalarda kam uglerodli vodorod ishlab chiqarish bo‘yicha milliy salohiyat va kelajakda uni ko‘paytirish, vodorodni eksport qilish imkoniyatlari o‘rganiladi. Vodorodga mahalliy talab mavjud bo‘lgan hududlarni aniqlash, shuningdek, potensial pilot loyiha imkoniyatlarini aniqlash masalalari ham ko‘rib chiqiladi. Bundan tashqari “O‘zbekneftgaz” AJ mutaxassislari haftalik doirasida bo‘lib o‘tayotgan “Aylanma iqtisodiyot uchun innovatsiyalar: startaplar va korporatsiyalarni birlashtirish” mavzusidagi anjuman hamda “Jahon bozori uchun yashil innovatsiyalar (Germaniya tajribasi)” seminarida B2B formatida uchrashuvlar o‘tkazdi.

Jamiyat tasarrufidagi ishlab chiqarish korxonalari vakillari “Barqaror rivojlanish uchun innovatsiyalar va texnologiyalar” bo‘yicha SPECA ishchi guruhining to‘rtinchi sessiyasi va “Vengriya-O‘zbekiston ilm-fan va innovatsiyalar tasarrufidagi sohasidagi hamkorlik” taqdimoti doirasida “Demo Day” tadbirlarida o‘z ma’ruzalari bilan qatnashdilar.

“O‘zbekneftgaz” AJ Matbuot xizmati

“O‘ZBEKISTON – XITOY” BIZNES-FORUMI” O‘TKAZILDI

Xitoyning Anxoy provinsiyasi gubernatori Van Sinsyan boshchiligidagi delegatsiya Qashqadaryo viloyatida mehmon bo‘lib turibdi.







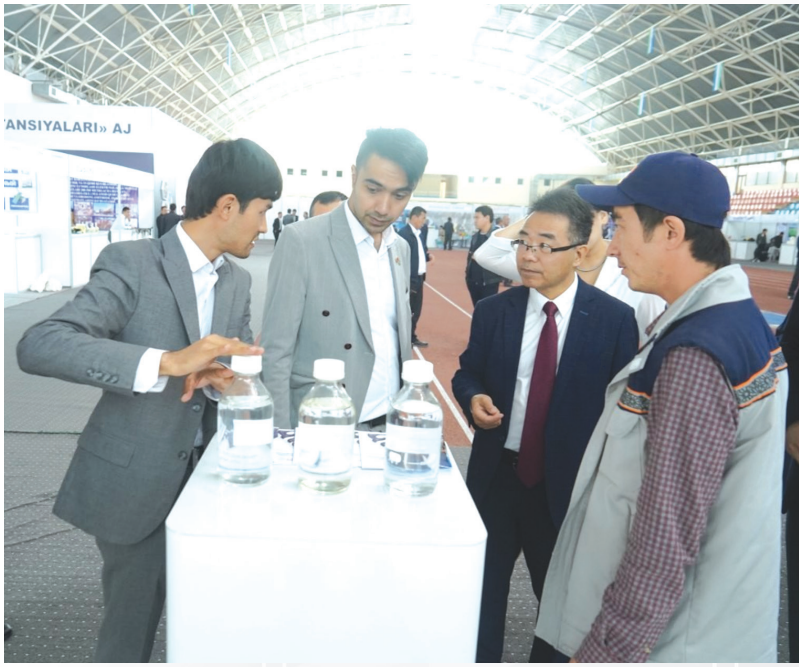
Qarshi davlat universitetida delegatsiya vakillari, viloyatdagi ishlab chiqarish korxonalari va tadbirkorlar ishtirokida “O‘zbekiston – Xitoy” biznes-forumi” o‘tkazildi.

Uning doirasida tashkil etilgan ko‘rgazmada “O‘zbekneftgaz” AJ ham o‘z stendi bilan qatnashdi. Unda “Uzbekistan GTL”, Buxoro neftni qayta ishlash zavodlari, “Uz-Kor Gas Chemical” qo‘shma korxonasi, Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi tomonidan ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar, neft va gaz qazib chiqarish boshqarmalariga importdan xarid qilinadigan ehtiyot qismlar namoyish etildi.

Xitoylik tadbirkorlar “O‘zbekneftgaz” AJ tarkibidagi zavodlar tomonidan ishlab chiqarilayotgan yangi turdagi sintetik yoqilg‘ilar, yuqori sifatli polimer mahsulotlari, shuningdek, polimer quvurlari, tomchilatib sug‘orish tizimi ehtiyot qismlari, kompozit panellari, xalq iste’moli mollariga qiziqish bildirishdi.

Delegatsiya vakillari bilan ushbu mahsulotlarni Xitoyga eksport qilish imkoniyatlarini ko‘rib chiqish bo‘yicha kelishuvlarga erishildi.

“O‘zbekneftgaz” AJ Axborot xizmati



ZAVODGA XALQARO STANDART SERTIFIKATI TOPSHIRILDI

Buxoro neftni qayta ishlash zavodi Korrupsiyaga qarshi kurashish menejment tizimi bo‘yicha "ISO 37001:2016" xalqaro standart sertifikatini qo‘lga kiritdi.





Joriy yil sentyabrda Avstriyaning “Central Asia Certification” xalqaro sertifikatlashtirish tashkiloti tomonidan zavodning “ISO 37001:2016” xalqaro standart talablariga muvofiqligi bo‘yicha audit o‘tkazildi.



Zavodning boshqaruv tizimini baholovchi guruh tarkibiga Belarus Respublikasidan mustaqil auditor ham jalb etildi.

Audit natijalariga ko‘ra, zavod faoliyati va joriy etilgan boshqaruv tizimi xalqaro talablarga muvofiqligi tasdiqlandi hamda xalqaro sertifikat bilan taqdirlandi.

Ushbu xalqaro standart sertifikati korrupsiya holatlarining oldini olish, aniqlash, zarur choralarni ko‘rish hamda korrupsiya xavfini kamaytirishga yo‘naltirilgan maqbul va aniq mezonli chora-tadbirlarni nazarda tutadi.

“O‘zbekneftgaz” AJ Axborot xizmati

HR MUTAXASSISLARI O‘ZARO TAJRIBA ALMASHISHDI



Toshkentda “HR sohasidagi zamonaviy tendensiyalar mavzusida o‘tkazilgan “Human Capital Days Uzbekistan” xalqaro forumda “O‘zbekneftgaz” AJ mutaxassislari ham ishtirok etdi.



Tadbirlarda Qozog‘iston, Rossiya va Yevropa davlatlari hamda respublikamizdagi yirik kompaniyalarning HR mutaxassislari inson resurslari yo‘nalishidagi zamonaviy tendensiyalar borasida o‘zaro tajriba almashib kelgusidagi rejalari bilan o‘rtoqlashdilar.

Xalqaro anjumanda “O‘zbekneftgaz” AJ va “Uzbekistan GTL” korxonasi mutaxassislari tomonidan namoyish etilgan “KPI – amaliyotga tatbiq qilishning beshta samarasi” mavzusidagi taqdimot hamda “HR jarayonlarini avtomatlashtirishning zamonaviy vositalari” mavzusidagi ma’ruza ham ishtirokchilar tomonidan katta qiziqish bilan qabul qilindi.

Ikki- kunlik platformada ishtirokchilar bo‘sh ish o‘rinlariga nomzodlarni saralashning zamonaviy vositalaridan keng foydalanish, ishlab chiqarishni ta’lim klasterlari bilan uzviy bog‘lash, shuningdek, LMS (Learning Management System) – ta’limni boshqarish tizimini yaratish va amaliyotga tatbiq qilishning usullarini muhokama qildilar.

Shuningdek, faoliyat samaradorligini baholashning zamonaviy innovatsion tizimi, mahalliy mehnat bozori ishtirokchilari oldida turgan muammolar ko‘rib chiqilishi bilan birga, samaradorlikni o‘lchaydigan aniq mezonlar va indikatorlarning ayrimlari misolida mavjud muammolarga amaliy yechimlar bo‘yicha batafsil ma’lumotlarga ega bo‘lishdi.

“O‘zbekneftgaz” AJ Matbuot xizmati

ЙИЛНИНГ ЭНГ ФАОЛ ЁШ КИМЁГАРИ АНИҚЛАНДИ

Ўзбекистон касаба уюшмалари куни муносабати билан Кимё ва фармацевтика саноати ходимлари касаба уюшмаси Республика кенгаши ва “Ўзкимёсаноат” АЖ ҳамкорлигида “Йилнинг энг фаол ёш кимёгари” кўрик-танловининг республика-тармоқ босқичи ва тақдирлаш маросими “Аммофос-Максам” акциядорлик жамиятининг фаоллар залида ўтказилди.



“Йилнинг энг фаол ёш кимёгари” кўрик-танлови тармоқ тизимидаги корхоналарда фаолият юритаёган ёшларнинг етук мутахассис бўлиб камол топишларига бўлган интилишларини қўллаб-қувватлаш, ўзлари танлаган касбга нисбатан ҳурмат ва фахр туйғусини шакллантириш, иқтидорли ёш мутахассисларнинг касбий билим даражасини аниқлаш, ёш мутахассислар орасида соғлом рақобат муҳитини вужудга келтириш ва ёш мутахассисларнинг инновацион лойиҳаларини ҳаётга татбиқ этишга кўмаклашиш мақсадида ҳар икки йилда ўтказиб келинмоқда.

Танловнинг биринчи босқичида тармоқ тизимидаги корхона, ташкилот ва муассасаларда фаолият олиб бораётган ёш мутахассислар иштирок этдилар ва улар орасидан ғолиб деб топилган энг фаол ёш мутахассислар республика-тармоқ босқичида иштирок этдилар.

Танловда ёш мутахассисларнинг ишлаб чиқаришга жорий этилган янги лойиҳалари, уларнинг ишлаб чиқариш ҳажми ва унумдорлигини оширишдаги аҳамияти, ёш мутахассислар инновацион ишланмаларининг Республикамиз иқтисодиётини ривожлантиришга қўшаётган ҳиссаси асосий мезонлардан бири бўлди. Шунингдек, ёш мутахассислар томонидан амалга оширилаётган илмий







изланишларнинг долзарблиги ҳамда уларнинг республикамиз илм-фани, ишлаб чиқариш самарадорлигини янада ривожланишига муносиб ҳисса қўшишдаги ўрнига алоҳида эътибор қаратилди. Энг муҳими танлов орқали ёш мутахассисларнинг янги ишланма ва кашфиётлари юзага чиқарилди.

Ҳакамлар ҳайъати қарорига мувофиқ “Йилнинг энг фаол ёш кимёгари” кўрик-танлови ғолиби деб қуйидаги иштирокчилар эълон қилинди.

“Биринчи резинотехника заводи” МЧЖ ХК ходими Аҳрор Бозоров 1-ўринни, Тошкент кимё-технология институти ходими Шодияхон Азимова 2-ўринни ва “Деҳқонобод калий заводи” АЖ ходими Жонибек Акбаров 3-ўринни эгалладилар.

Ғолиб ва совриндорлар ташкилотчилар томонидан диплом, эсдалик совғалари ва 1-ўрин эгаси махсус статуэтка билан тақдирландилар.

Шавкат Тоиров,
Кимё ва фармацевтика саноати ходимлари касаба уюшмаси Республика кенгаши раисининг ёшлар масалалари бўйича маслаҳатчиси

УДК 622.276.1/4

МЕТОД АДАПТАЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОТСУТСТВИЯ ИНФОРМАЦИИ ПО ДОБЫЧЕ ГАЗА

Аббасова С.А.
Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова – Ташкент: Узбекистан.

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты адаптации гидродинамической модели газоконденсатного месторождения Эрназар в условиях отсутствия информации о запасах и состоянии разработки по участку месторождения, расположенного за пределами границы Республики Узбекистан. Актуальность исследования обусловлена тем, что основные подходы при прогнозировании уровней добычи углеводородов и принятии концептуальных проектных решений основывается на использовании интегрированных геолого-гидродинамических моделей. По причине отсутствия полного объёма необходимых геолого-промысловых данных на момент построения, созданная цифровая фильтрационная модель имеет ряд ограничений применимости и в дальнейшем, по мере поступления дополнительных исходных данных, необходимо ее обновление и актуализация. Полученные результаты позволяют рекомендовать использованный метод адаптации расчетной к фактической добыче газа при создании гидродинамических моделей газоконденсатных месторождений, разрабатываемых в аналогичных условиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Месторождение, углеводороды, модель, разработка, факт, расчет, давление, скважина, отклонение.

ABSTRACT

The article presents the results of adapting the hydrodynamic model of the Ernazar gas condensate field in the absence of information on reserves and the state of development of the field section located outside the border of the Republic of Uzbekistan. The relevance of the study is due to the fact that the main approaches to predicting hydrocarbon production levels and making conceptual design decisions are based on the use of integrated geological and hydrodynamic models. Due to the lack of the full volume of necessary geological and field data at the time of construction, the created digital filtration model has a number of limitations of applicability and in the future, as additional initial data becomes available, it needs to be updated and updated. The results obtained allow us to recommend the used method of adapting the calculated to the actual gas production when creating hydrodynamic models of gas condensate fields developed under similar conditions.

KEYWORDS: Field, hydrocarbons, model, development, fact, estimation, pressure, well, deviation.

В настоящее время разработка месторождений углеводородов осуществляется на основе трёхмерного геологического и гидродинамического моделирования. Гидродинамические модели месторождений углеводородов, полученные на основе геологических моделей требуют коррекции фильтрационно-емкостных параметров для повторения истории разработки. Процесс расчетов по восстановлению истории разработки на гидродинамических симуляторах с целью приближения результатов моделирования к промысловым данным называют «history matching» или «адаптация модели к промысловым данным» [1-2].

На основе накопленного опыта построения гидродинамических моделей сформулированы три принципа проектной адаптации гидродинамических моделей к промысловым данным [3-4]:

1) фактические, промысловые данные не могут быть изменены или отбракованы после начала процесса адаптации;

2) отклонения между расчетными и фактическими промысловыми данными в течении истории разработки должен быть минимальным;

3) коэффициент жесткости гидродинамической модели должен быть больше единицы.

Выполнение этих принципов позволяют избежать некоторых распространённых ошибок и заблуждений, возникающих в практической работе.

При решении задач гидродинамической теории фильтрации выделяют прямые и обратные задачи. Важнейшие прямые активные задачи – задачи определения полей давлений, нефте- и газонасыщенности и водонасыщенности в пласте – объекте разработки с системой скважин. Важнейшие прямые пассивные задачи – определение конфигурации подвижной границы нефтяной или газовой зоны и скорости их продвижения с целью установления сроков прорыва вытесняющего флюида в скважины и вычисления текущего коэффициентов извлечения нефти или газа. «Активные» обратные задачи – задачи управления, регулирования процесса разработки пласта или месторождения.

Для построения геологических и гидродинамических моделей, адекватных реальным объектам, необходим большой объем достоверных исходных данных. Все известные компьютерные системы моделирования исходят из наличия таких данных. Для построения геологических моделей необходимы данные сейсморазведки и исследований промысловой геофизики, результаты их интерпретации, данные инклинометрии скважин, количественные определения коэффициента пористости, проницаемости, водонасыщенности и качественные исследования и описание керна, сведения о составах и минерализации грунтовых вод [5].

Для построения гидродинамических моделей необходимы результаты интерпретации исследований керна, помесячная история разработки месторождения, режимы работы и забойные давления скважин.

Однако на практике вследствие объективных и субъективных причин нередки случаи недостаточности или отсутствия необходимых исходных данных для построения геологических и гидродинамических моделей. Например, ряд месторождений находятся и разрабатываются различными недропользователями, а часть некоторых находятся на территории сопредельных стран, что является причиной отсутствия информации по значительной части объекта моделирования.

Рассмотрим решение этой проблемы на примере газоконденсатного месторождения Эрназар, открытого в 2009 г. и введенного в опытно-промышленную эксплуатацию в 2010 г. Часть данного месторождения находится за пределами территории Республики Узбекистан по которой не имеется геолого-промысловая информация для построения геолого-гидродинамической модели.

Общие сведения о газоконденсатном месторождении Эрназар:

– продуктивные XV+XVa горизонты, представленные известняками верхнеюрских карбонатных отложений;

– начальное пластовое давление – 61.02 МПа;

– начальная пластовая температура – 399.9° К;

– плотность газа – 0.7895 кг/м^3;

– коэффициент сверхсжимаемости газа при начальном пластовом давлении 1.31;

– начальное содержание конденсата в сухом газе – 0.0367 г/м^3;

– плотность пластовой конденсата – 800.3 кг/м^3.

– плотность пластовой воды – 1065 кг/м^3.

Показатели разработки газоконденсатного месторождения Эрназар по состоянию на 01.06.2023 г.:

– общий фонд пробуренных скважин – 16 ед., в том числе действующих – 8 ед., в капитальном ремонте – 1 ед., в ожидании капиталь-

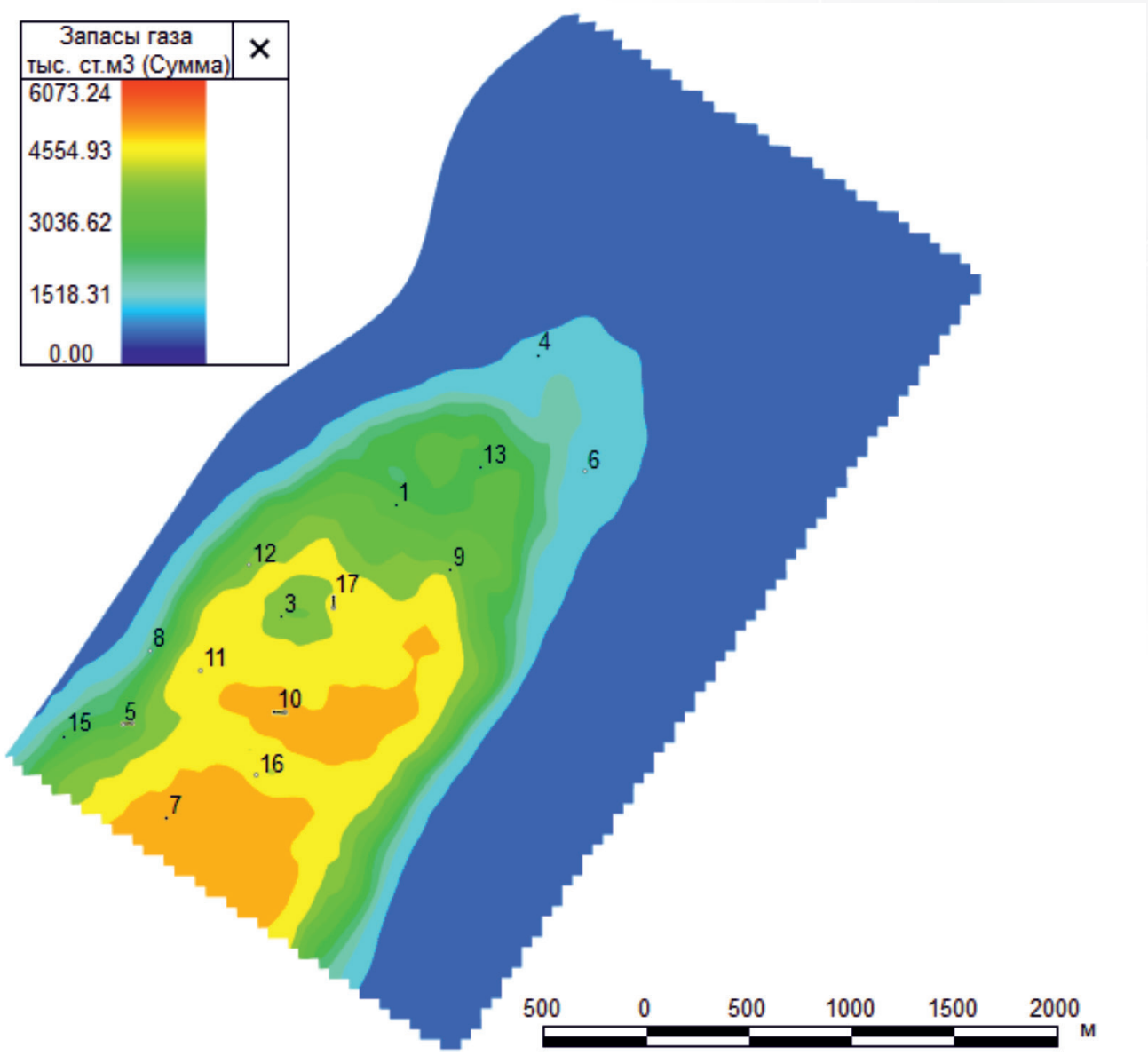


Рис. 1. Карта распределения начальных запасов газа месторождения Эрназар.

ного ремонта – 1 ед., контрольные – 5 ед., ликвидированные – 1 ед.;

– накопленная добыча газа – 3734.8 млн.м^3.;

– накопленная добыча конденсата – 126.3 тыс.т.;

– текущий дебит газа по месторождению – 243.3 тыс.м^3/сут;

– текущий дебит конденсата по месторождению – 6.1 т/сут;

– текущий коэффициент извлечения газа – 0.569;

– текущий коэффициент извлечения конденсата – 0.528;

С использованием программного продукта «Petrel» построена геологическая модель и составлена карта распределения начальных запасов газа по площади газоносности (рис.1).

По результатам построенной геологической модели подсчитаны начальные запасы газа, объемы которого расходятся от величины утвержденных, подсчитанных объемным методом, менее 1%, что свидетельствует о высокой достоверности созданной геологической модели газоконденсатного месторождения Эрназар.

На основе созданной геологической модели с использованием гидродинамического симулятора «Eclipse» от Schlumberger построена гидродинамическая (фильтрационная) модель газоконденсатного месторождения Эрназар.

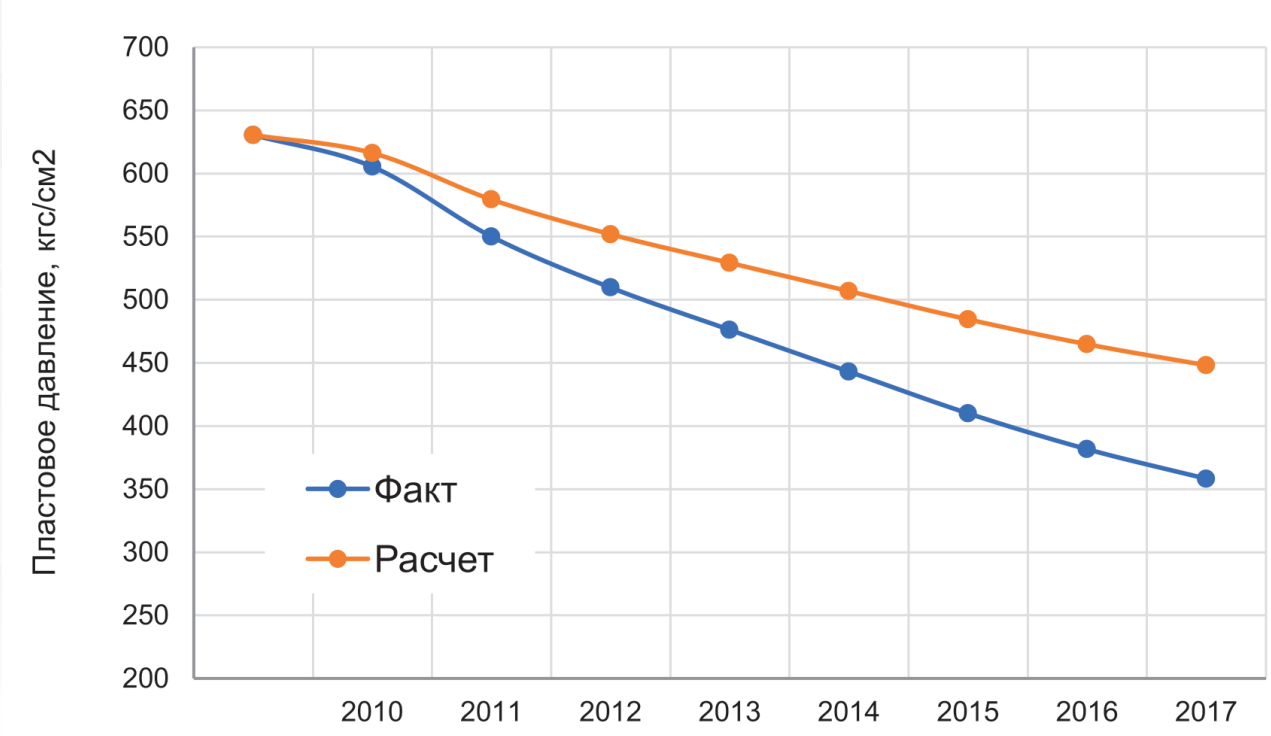


Рис. 2. Сопоставление величины расчетного и фактического пластового давления месторождения Эрназар.

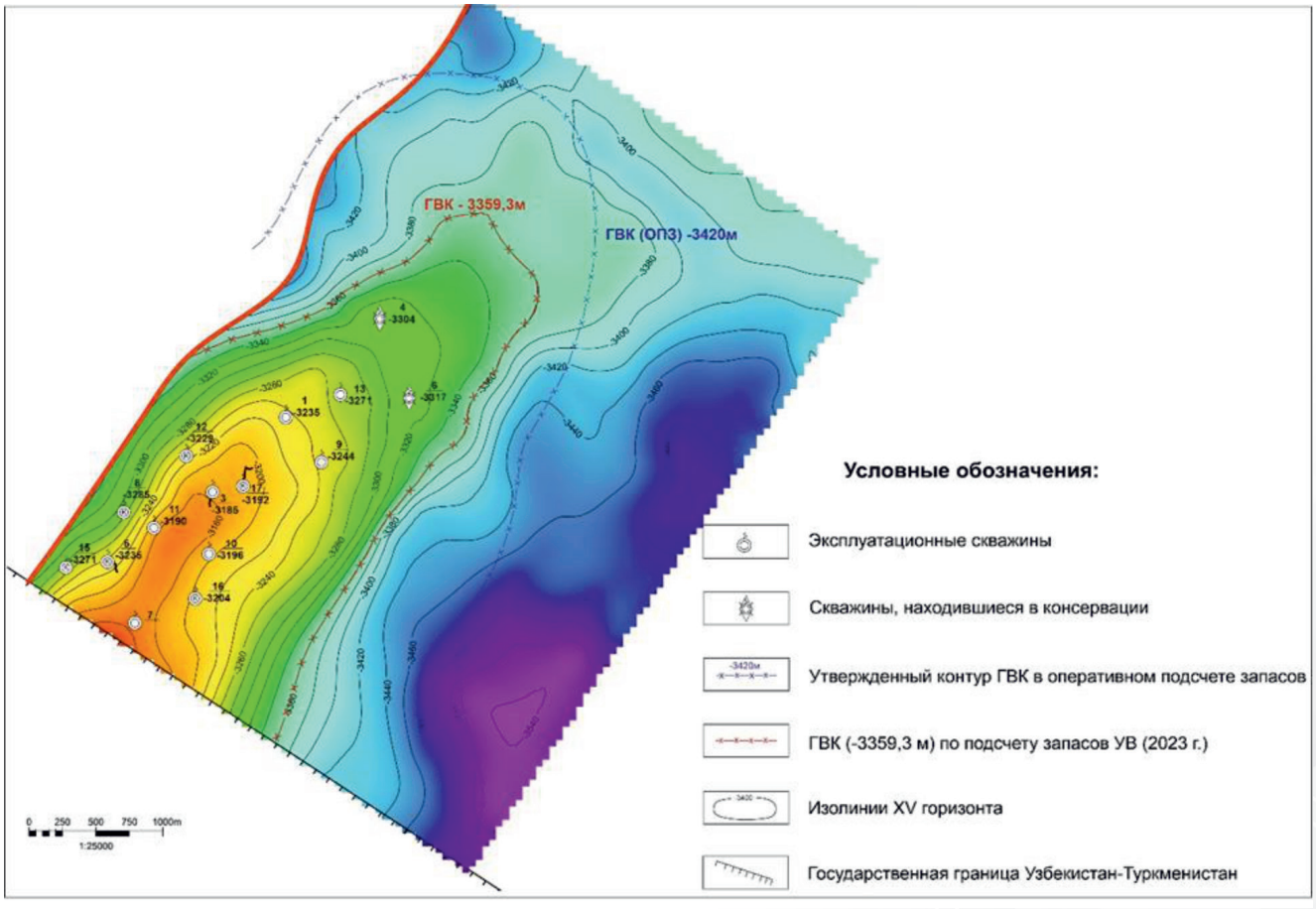


Рис. 3. Структурная карта по кровле XV горизонта месторождения Эрназар.

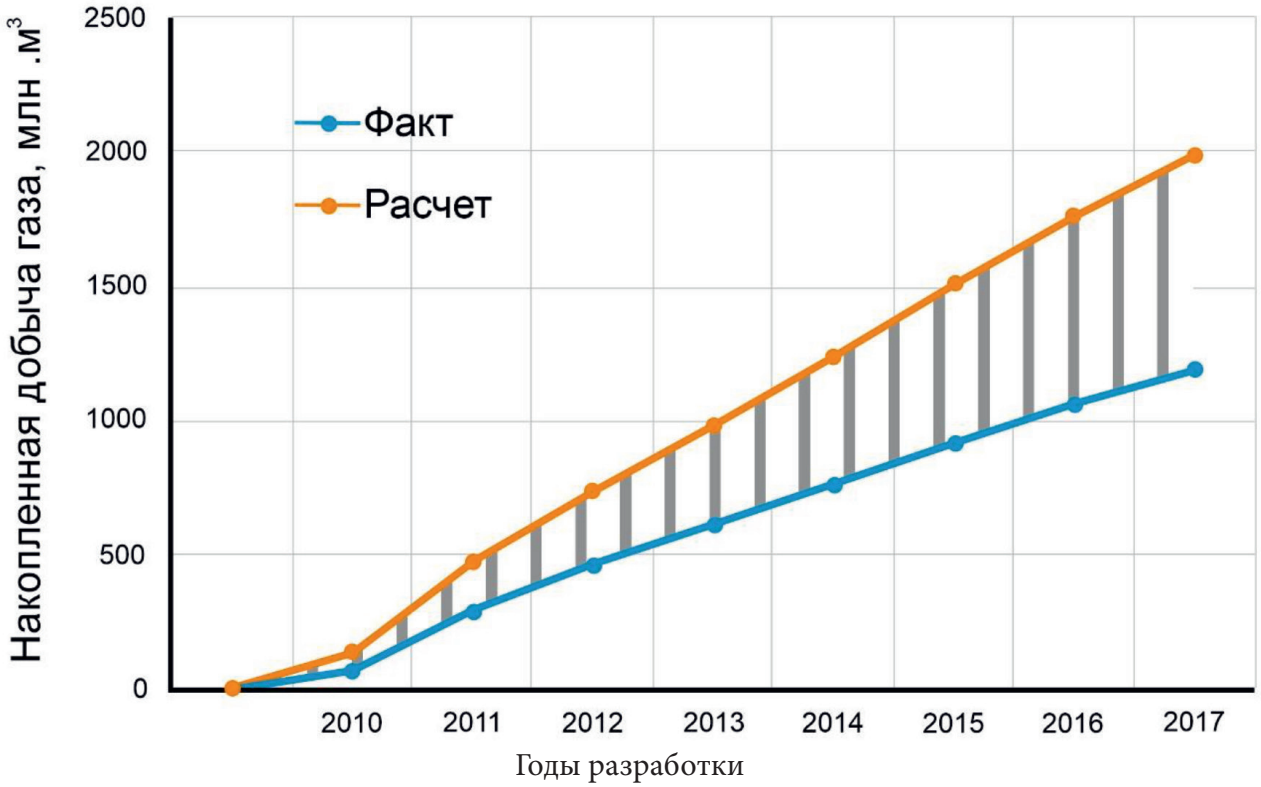


Рис. 4. Сопоставление расчетной и фактической добычи газа.

Адаптация гидродинамической модели с фактическими показателями осуществлено по динамике пластового давления. Сопоставление расчетного и фактического пластового

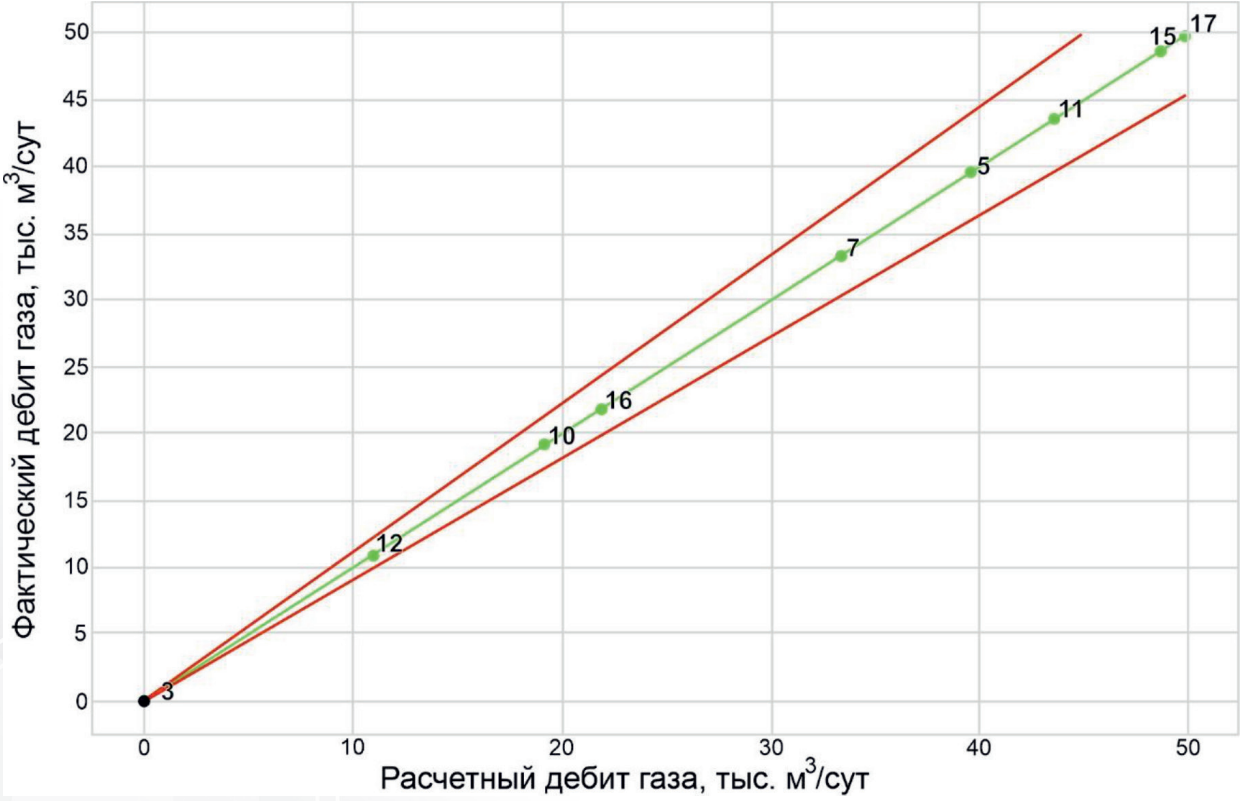


Рис. 5. Зависимость расчетной и фактической добычи газа.

давления показывает на значительное их расхождение (рис. 2). Основной причиной такого большого расхождения, при достоверности начальных запасов газа, может быть объяснено перетоком и отбором газа на заграничной зоне месторождения (рис.3).

В связи этим по величине расхождения пластового давления, методом материального баланса были определены годовые и накопленные объемы газа, соответствующие фактическому изменению пластового давления по годам разработки (рис. 4).

Результаты расчетов методом материального баланса показывает, что расхождение расчетной и фактической накопленной добычи газа за рассматриваемый период разработки (2010-2017 гг.) составило 793 млн. м^3. Разница расчетной и фактической накопленной добычи газа 33.4%, что свидетельствует о существенном влиянии недостающих данных по отбору газа из заграничной части месторождения. Высокая достоверность примененного метода адаптации гидродинамической модели к истории разработки подтверждается высокой корреляционной зависимостью между расчетной и фактической наколенной добычей газа не только по месторождению, но и отдельно по каждой скважине (рис.5).

Полученные результаты позволяют рекомендовать использованный метод адаптации расчетной к фактической добыче газа при создании гидродинамических моделей газоконденсатных месторождений, разрабатываемых в аналогичных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плынин В.В. Четыре принципа корректной адаптации гидродинамической модели к промысловым данным//Нефтяное хозяйство, 2006. - №10.-С.50-56.

2. Батурин А.Ю., Посохова В.Н. Обеспечение адекватности фильтрационной модели начальному состоянию залежи на стадии упрощенной детальной геологической модели// Нефтяное хозяйство, 2007. - №7. С. 128-131.

3. Анализ неопределённостей на примере адаптации модели реального месторождения// Нефтепромысловое дело, 2013.- №2.-С.8-12.

4. Cheng Hao, Wen Xian-Huan, William Milliken, Datta-Gupta Akhil// Field Experiences with Assisted and Automatic History Matching Using Streamline Models//SPE 89957.Houston, Sep. 26-29. 2004.

5. Гладков, Е. А. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа: Учебное пособие / Е. А. Гладков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 99 с.

УДК 676.16.022.6.034

КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КАННАБИС ДЛЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

Арсланов Ш. С.
Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека – Ташкент: Узбекистан

АННОТАЦИЯ

Прикладные свойства карбоксиметилированных производных целлюлозы определяют степень полимеризации, степень замещения и молекулярно-массовое распределение. В данном научном исследовании с целью получения из каннабис карбоксиметилцеллюлозы с высокими значениями степени полимеризации и замещения делигнификацию и последующее карбоксиметилирование проводили при относительно низкой температуре в смеси содержащей перекись водорода и кислоты в качестве катализаторов. Для предворительной активации каннабиса использовались смесь уксусной кислоты, перекисида водорода, воду и серную кислоту в качестве катализатора. В результате были получены карбоксиметилированные производные каннабиса с высокой молекулярной массой. Полученные производные каннабиса наряду с высокой степенью полимеризации, имели высокие значения степени замещения, что обеспечивало требуемую растворимость в воде.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Предварительная активация, целлюлоза, прямое карбоксиметилирование, натрий-карбоксиметилцеллюлозы, молекулярно-массового распределение.

ABSTRACT

The applied properties of carboxymethylated cellulose derivatives determine the degree of polymerization, degree of substitution, and molecular weight distribution. In this research study, in order to obtain carboxymethylcellulose from cannabis with high degrees of polymerization and substitution, delignification and subsequent carboxymethylation were carried out at a relatively low temperature in a mixture containing hydrogen peroxide and acids as catalysts. For pre-activation of cannabis, a mixture of acetic acid, hydrogen peroxide, water and sulfuric acid was used as a catalyst. As a result, carboxymethylated cannabis derivatives with high molecular weight were obtained. The resulting cannabis derivatives, along with a high degree of polymerization, had high degrees of substitution, which ensured the required solubility in water.

KEYWORDS: Pre-activation, cellulose, direct carboxymethylation, sodium carboxymethylcellulose, molecular weight distribution.

Обладающий рядом уникальных преимуществ технический каннабис является альтернативным источником хлопку и льну, сырьем для эфиров целлюлозы, например ацетатов или нитратов целлюлозы, альтернативным источником нефти – сырьем для пластика, стекловолокну и льноволокну, основой для выпуска композитных материалов и т.д.

В работе [1] показана возможность получения натрий-карбоксиметилцеллюлозы из целлюлозы различного происхождения, изучены характеристики и области применения этих эфиров. Применению натрий- карббоксиметилцеллюлозы на основе целлюлозы льна как основного компонента бурового раствора посвящена работа [2- 3]. Базальтовые волокна наряду с природными полимерами были использованы для получения фильтров [4]. Изучен анализ молекулярно массового распределения целлюлоз из однолетних растений [5]. Проведено сравнение карбоксиметилцеллюлозы из древесных и не древесных источников целлюлозы. [6]. Получению целлюлозы азотнокислым способом из однолетних растений посвящена работа [7]. Несмотря на многочисленность работ по получению карбоксилированных эфиров целлюлозы на сохранение нативной степени

полимеризации при ее выделении из растительного сырья не уделено достаточного внимания.

В настоящее время в Узбекистане разрешено выращивание каннабиса в промышленных целях [8]. Это предусмотрено законом, который подписал президент Республики Узбекистан после ознакомления в 2018 году с планами перспективных проектов Ташкентской области, среди которых было выращивание технической конопли.

Следует отметить, что психоактивный эффект рода Cannabis, к которому относится техническая конопли, явно проявляется начиная с 20% тетрагидроканнабинола в растении. Каннабис с концентрацией 0,2 % тетрагидроканнабинола, который разрешён к обороту в Узбекистане, подходит для получения масла, текстиля, целлюлозы и так далее, и не имеет ярко выраженного наркотического воздействия на организм человека.

Благодаря таким свойствам, как образование плёнки, предотвращение потери воды и смазывающий эффект карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) в огромных количествах используется в качестве добавки для повышения эффективности бурения нефтяных и газовых скважин. Факт получения КМЦ в основном из целлюлозы древесины, вегетационный период которой исчисляется десятками лет, делает перспективным получение КМЦ из однолетних, быстрорастущих растений.

Прямое карбоксиметилирование однолетних, быстрорастущих растений без предварительного разделения их на основные компоненты является еще более перспективным направлением в области получения вспомогательных компонентов буровых растворов. Прямое карбоксиметилирование однолетних, быстрорастущих растений позволяет решить проблему утилизации лигноцеллюлозных отходов, снизить загрязнение окружающей среды и заменить карбоксиметилцеллюлозу из древесины на КМЦ из альтернативных источников.

Возможные области применения КМЦ из каннабиса (КМКа) зависят не только от его степени полимеризации (СП), но и от характера молекулярно-массового распределения (ММР), который определяет в целом однородность молекулярного состава карбоксиметилированной целлюлозы.

Наряду с молекулярно-массовым распределением, СП на прикладные свойства КМКа влияет степень замещения (СЗ). С целью достижения высоких показателей СЗ в исследовании была проведена низкотемпературная предварительная обработка каннабиса системами, содержащими пероксид водорода и различные катализаторы. Предварительную обработку каннабиса проводили смесью «уксусная кислота– пероксид водорода– вода–серная кислота», что позволило получить продукты, которые наряду с высоким содержанием карбоксиметильных групп содержат в составе карбоксиметилированного растительного сырья высокомолекулярные соединения в наименее деструктированном состоянии [9-10].

Существующие до настоящего времени методы исследования фракционного состава целлюлозы и ее эфиров основаны на изучении свойств их растворов [11-12]. Однако карбоксиметилированный каннабис не растворился полностью в известных растворителях, поэтому количественная оценка степени превращения, структурная и химическая неоднородность КМКа был проведен после его отделения от лигнина содержащегося в составе каннабиса.

Целью настоящего исследования явилось изучение возможности предварительного активирования и последующее карбоксиметилирования технического каннабиса.

Экспериментальная часть

Активация каннабиса. К навеске (5 г) технического каннабиса приливали 25 мл водного раствора, содержащего требуемое количество уксусной кислоты, пероксида водорода и серной кислоты в качестве катализатора (содержащего 24,5% уксусной кислоты, 6,4% пероксида водорода и 2% серной кислоты рис. 1 и 2) и подвергали микроволновому излучению (МВИ) мощностью 200-700 Вт в течение 1-5 минут. Обработанный таким образом продукт промывали дистиллированной водой до ней-

тральной среды и сушили при 105°С до постоянно веса.

Компонентный состав сухого остатка анализировали также по стандартной методике [12].

Карбоксиметилирование каннабиса. В среде пропанола-2, в две стадии, проводили суспензионное карбоксиметилирование. К предварительно обработанному смесью «уксусная кислота– пероксид водорода– вода– катализатор» измельченному техническому каннабису в количестве 5 г прибавляли исследуемое количество предварительно измельченный, и растертый в ступке пестиком гидроксида натрия. Затем добавляли 35 мл пропанола-2, хорошо перемешивали и помещали в реакционную колбу, которую подвергали МВИ в специализированной установке на основе бытовой микроволновой печи [13] в течение 10-50 сек при 210-700 Вт. Затем в реакционную колбу небольшими порциями добавляли натриевую соль монохлоруксусной кислоты (2-5 г), тщательно перемешивали и подвергали воздействию МВИ в течение 10- 50 сек при 210-700 Вт.

Полученный продукт отмывали 70% этиловым спиртом, добавляя для нейтрализации 90% уксусную кислоту, до отрицательной реакции на щелочь по фенолфталеину, после чего вновь промывали 70% этиловым спиртом до отрицательной реакции на хлорид- ионы с раствором нитрата серебра и сушили на воздухе [14].

Полученные продукты реакции карбоксиметилирования анализировали на содержание карбоксиметильных групп, вводимых при реакции, методом кондуктометрического титрования гидроксидом натрия соляной кислоты использованной для перевода натриевой соли КМЦ в Н- форму [15].

Растворимость полученных образцов определяли в соответствии с методикой, основанной на растворении продукта в воде и последующей фильтрации этого раствора через пористый стеклянный фильтр [8].

Карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ) выделяли из карбоксиметилированной древесины 15% надуксусной кислотой (CH_3CO_3H) методике [16].

Степень полимеризации (СП) КМЦ, выделенной из карбоксиметилированной древесины, оценивали по изменению вязкости раствора в кадоксене в соответствии с методикой [9].

Обсуждение результатов

Технический каннабис был определен в качестве объекта исследования, компонентный состав которого анализировали по стандартным методикам [17]. Установлено, что содержание целлюлозы в каннабисе составляет 46%; лигнина– 18%.

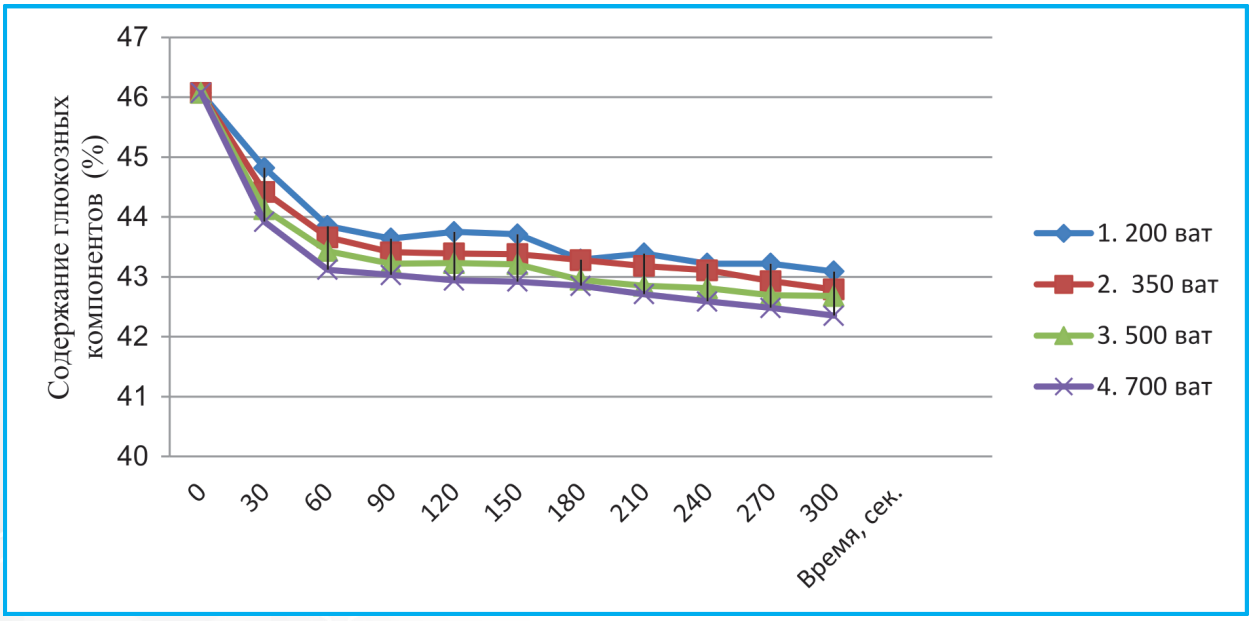


Рис. 1. Изменение содержания глюкозных компонентов в составе каннабиса под воздействием микроволнового излучения в системе 24,5% H_3COOH+ 6,4% H_2O_2+H_2O+H_2SO_2

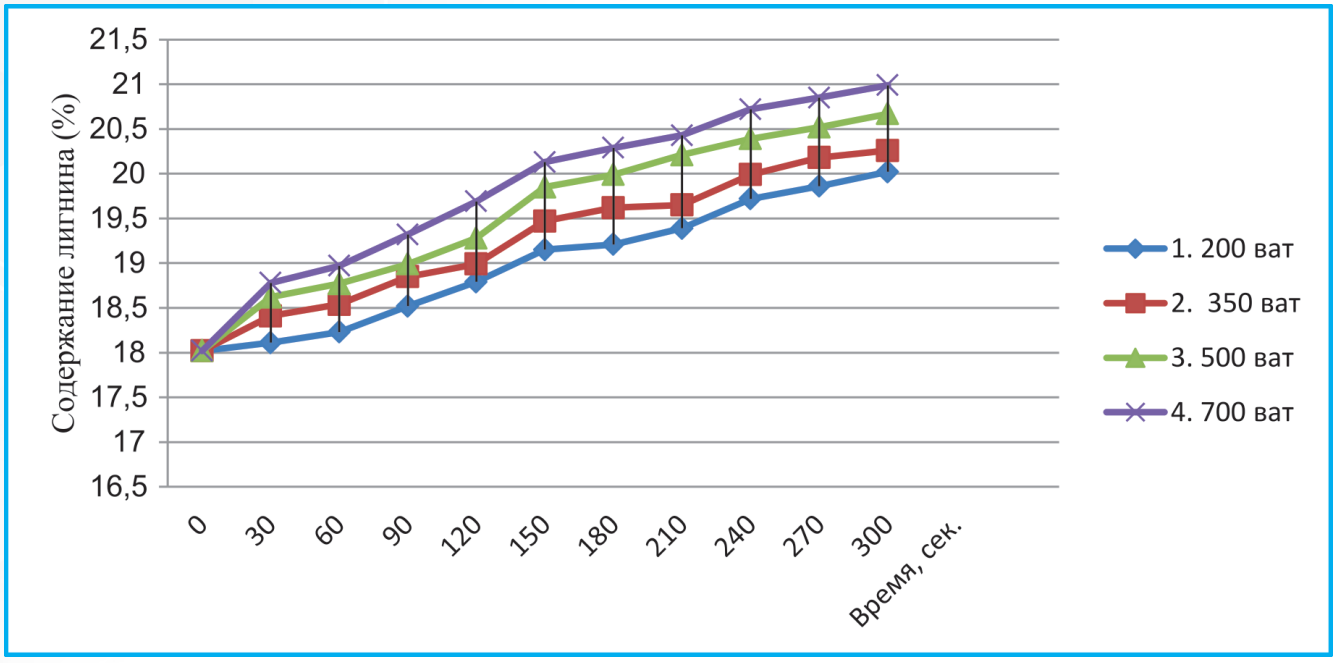


Рис. 2. Изменение содержания лигнина в системе 24,5% H_3COOH+ 6,4% H_2O_2+H_2O+H_2SO_4 в составе каннабиса под воздействием микроволнового излучения

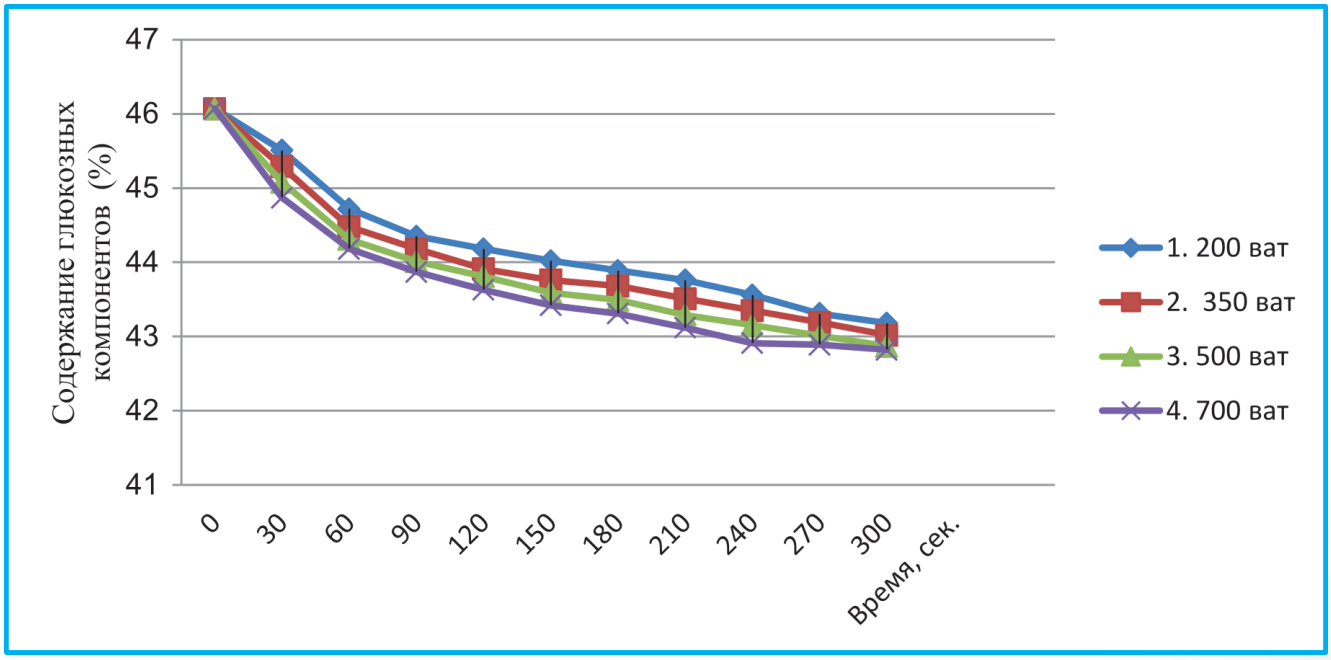


Рис. 3. Изменение содержания глюкозных компонентов в составе каннабиса под воздействием микроволнового излучения в системе 24,5% H_3COOH+ 8,4% H_2O_2+H_2O+H_2SO_4

Микроволновое излучение (МВИ), мощностью 200-700 Вт в течение 1-5 минут, каннабиса предварительно выдержанного в водном растворе, содержащего 24,5% уксусной кислоты, 6,4% пероксида водорода и 2% серной кислоты, (рис. 1 и 2) существенно не изменяет (не уменьшает) содержания глюкозных компонентов. Так, например, микроволновое излучение мощностью 200 Вт в течение 30 секунд уменьшает количество глюкозных компонентов с 46,07 до 44,82%. Увеличение мощности излучения с целью активации незначительно

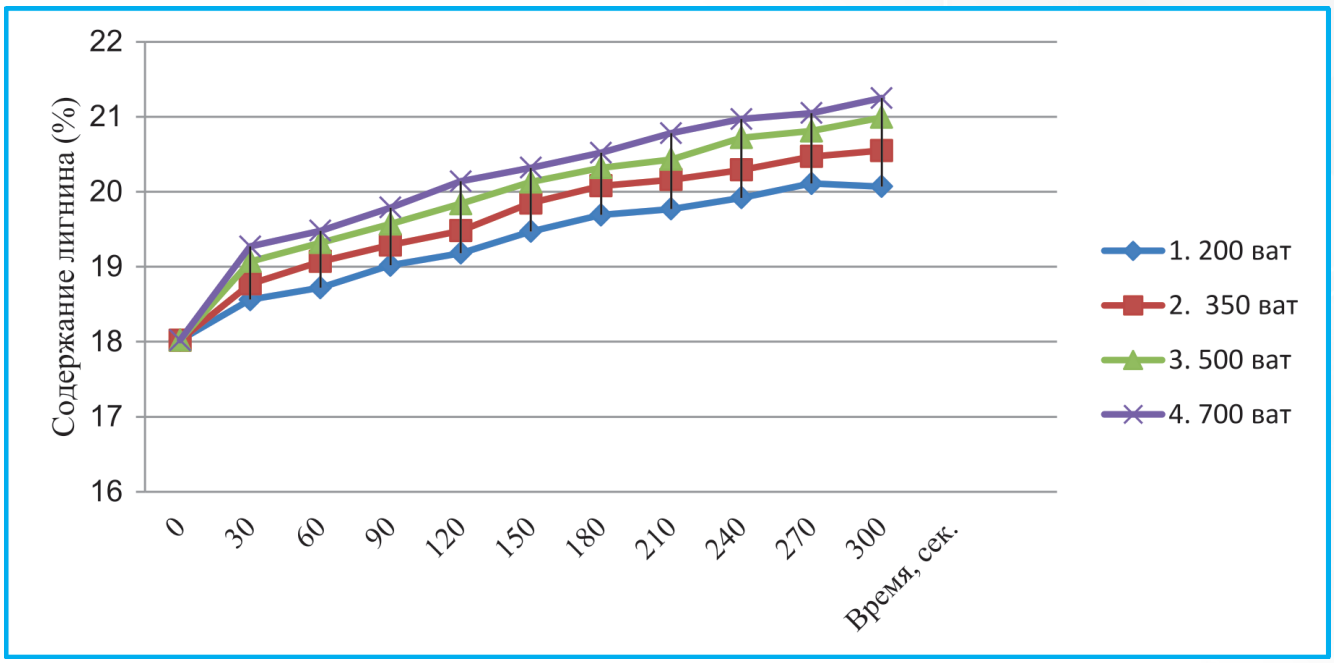


Рис. 4. Изменение содержания лигнина в составе каннабиса под воздействием микроволнового излучения в системе
24,5% H_3COOH+ 8,4% H_2O_2+H_2O+H_2SO_4

изменяет содержания глюкозных компонентов и при мощности 700 Вт этот показатель имеет значение 43,92%. При воздействии МВИ мощностью 200 и 700 Вт в течение 300 секунд содержания глюкозных компонентов в образце имеет значение 43,09 и 42,35% соответственно. Изменение количества лигнина при активации имеет обратную тенденцию уменьшению. Микроволновое излучение мощностью 200-700 Вт в течение 1-5 минут после выдерживания каннабиса выше обозначенным активирующем растворе приводит к некоторому увеличению содержания лигнина. Микроволновое излучение мощностью 200 Вт в течение 30 секунд увеличивает количество лигнина с 18,02 до 18,11%. При мощности излучения 700 Вт показатель количества лигнина имеет значение 18,78%. При воздействии МВИ мощностью 200 и 700 Вт в течение 300 секунд содержание лигнина в образце имеет значение 43,09 и 42,35% соответственно.

Выводы

1. Активация под воздействием микроволнового излучения в системе CH_3COOH+-H_2O_2+H_2O+H_2SO_4 незначительно уменьшает содержания глюкозных компонентов в составе образца и способствует разрыхлению каннабиса.

2. Разрыхлению каннабиса способствует получению высоко замещённых эфиров Na карбоксиметилцеллюлозы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсланов Ш.С., Арсланов С., Муродов М. Натрий-карбоксиметилцеллюлоза из целлюлозы различного происхождения; характеристики и области применения // Международная научно-практическая конференция. Проблемы и перспективы инновационной техники и технологий в агропродовольственном секторе. Ташкент 2023. 20-21 апреля. С. 49- 51.

2. Ш.С. Арсланов, С. Арсланов, М. Муродов. Натрий- карббоксиметилцеллюлоза на основе целлюлозы льна как основные компоненты бурового раствора. // Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjuman. Neft va gaz sohasida kadrlar tayyorlash sifatini oshirishda

ta'lim va ishlab chiqarish klasterining ahamiyati. Карши, Республика Узбекистан 2023 й 12-13 май С. 395-396.

3. Арсланов Ш.С.,. Арсланов С, Муродов М.. Натрий- карбоксиметилцеллюлоза на основе целлюлозы льна как основные компоненты бурового раствора. // Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjuman. Neft va gaz sohasida kadrlar tayyorlash sifatini oshirishda ta'lim va ishlab chiqarish klasterining ahamiyati. Карши, Республика Узбекистан 2023 й 12-13 май С. 396-397.

4. Elmurod Egamberdiev, Saidmavlon Arslanov, Gappar Rakhmanberdiev. Obtaining and Applying Filters On the basis of Bazalt Fiber Along with Natural Polymers // ISSN: 2350-0328 International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2019 Vol. 6, Issue 12 , December

5. Арсланов Ш.С., Арсланов С., Муродов М. Анализ молекулярно массового распределения целлюлоз из однолетних растений. // Республиканская конференция с международным участием «Актуальные проблемы аналитической химии» Ташкент, Республика Узбекистан. 2023 г. 12-13 мая. С. 39- 40.

6. Арсланов Ш.С., Арсланов С., Муродов М. Карбоксиметилцеллюлоза из древесных и не древесных источников целлюлозы. // VIII Всероссийская научно-техническая конференция «Леса России: политика, промышленность, наука, образование». 2023 г. Россия, Санкт-Петербург, 2023 г. 24– 26 мая.

7. С. Арсланов,. Получения целлюлозы азотнокислым способом из однолетних растенийс. // "Oziq-ovqat va kimyo sanoatida innovasion texnologiyalarni joriy qilish", Республика Узбекистан, Наманган. 2023 г. 2-3 июня. С. 258-259.

8. https://www.spot.uz/ru/2020/03/18/canabis/

9. Патент №2442794 (РФ). Способ карбоксиметилированиялигноуглеводных материалов / В.И. Маркин, П.В. Колосов, Н.Г. Базарнова, Л.Ю. Заздравных. 2012.

10. Колосов П.В., Маркин В.И., Базарнова Н.Г., Калюта Е.В., Заздравных Л.Ю. Влияние условий предварительной обработки древесины осины в системе CH3COOH–H2O2–H2O–H2SO4 на свойства продуктов карбоксиметилирования // Химия растительного сырья. 2008. №2. С. 25-30.

11. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы.// М.: Экология. 1991. 320 с.

12. А. Е.В. Калюта, Н.Г. Базарнова, В.И. Маркин. Молекулярно-массовое распределение целлюлозы, Карбоксиметилированной в составе древесины. // Химия растительного сырья. 2007. №1. С. 33–36.

13. Маркин В.И. Карбоксиметилирование растительного сырья. Теория и практика. Барнаул, 2010. 167 с.

14. Базарнова Н.Г., Катраков И.Б., Маркин В.И. Химическое модифицирование древесины // Российский химический журнал. 2004. XLVIII. №3. С. 108–115.

15. Петропавловский Г.А. Гидрофильные частично замещенные эфиры целлюлозы и их модификация путем химического сшивания. Л., 1988. 298 с.

16. Калюта Е.В., Базарнова Н.Г., Маркин В.И. Влияние продолжительности обработки надуксусной кислотой карбоксиметилированной древесины на свойства выделяемой карбоксиметилцеллюлозы // Химия растительного сырья. 2006. №2. С. 29-31.

17. Окатова О.В., Лавренко П.Н., Horst Dautzenberg. Гидродинамические свойства и конформационные характеристики молекул низкозамещенной карбоксиметилцеллюлозы в растворе // Высокомолекулярные соединения. Сер. А. 2000. Т. 42, №7. С. 1130-1137.

УДК. 66.06.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕСТНЫХ НЕФТЕЙ

[1]Хурмаматов А.М., [2]Абдурахимов С.С., [3]Туробжонов С.М.
[1]Институт общей и неорганической химии АН РУз – Ташкент: Узбекистан.
[2]ООО «ЛУКОЙЛ Узбекистан Оперейтинг Компани» – Ташкент: Узбекистан.
[3]Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова – Ташкент: Узбекистан.

АННОТАЦИЯ

В статье, приведены результаты исследования по изучению физические и гидродинамические характеристики местных нефтей при ламинарном и турбулентном режиме. Изучены изменение разностей температур углеводородного сырья и среды в зависимости временем для различных точек поверхности тела, изменение логарифма температурных разностей, зависимости темпа охлаждения при стремлении коэффициента теплоотдачи к бесконечности. Также определены зависимости коэффициента сопротивления от перепада давления и зависимости коэффициента пластичности от перепада давления и числа Рейнольдса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидродинамика, температура, среда, коэффициент теплоотдачи, коэффициент сопротивления, число Рейнольдса

ABSTRACT

The article illustrates the results of the study on the physical and hydrodynamic characteristics of local oils in laminar and turbulent conditions. The change in the temperature difference between the hydrocarbon raw material and the medium as a function of time for various points on the body surface, the change in the logarithm of temperature differences, and the dependence of the cooling rate as the heat transfer coefficient tends to infinity are studied. The dependences of the drag coefficient on the pressure drop and the dependences of the plasticity coefficient on the pressure drop and the Reynolds number are also determined.

KEYWORDS: hydrodynamics, temperature, medium, heat transfer coefficient, drag coefficient, Reynolds number

В настоящее время имеется значительное количество работ по исследованиям гидродинамических свойств различных нефтей. Выведённые аналитические зависимости параметров движения нефти по трубопроводам и изменение её теплофизических характеристик с изменением температуры и давления различны для разных нефтей. Математические модели и расчёт параметров процессов перегонки и ректификации нефти из-за большого числа параметров весьма сложен, а упрощения расчётов связывают с конкретным методом и установкой [1-2].

Исследование свойств нефтей ведётся на уровне автоматических промышленных анализаторов, а также стандартными проблемами: плотномерами, вискозиметрами, хроматографиями и прочими, на лабораторных стендах и в условиях промышленного производства [3-4].

Разрабатываются новые методы экологически чистых, безотходных процессов переработки нефти и нефтепродуктов, новые методы транспортирования и хранения высоковязких нефтей. Предполагаются новые расчётные методы вытеснения вязкопластичных нефтей из

трубопроводов поршневыми и центробежными насосами, расчёты гидродинамических параметров процесса течения нефтей и нефтепродуктов по обогревным трубопроводам и выбор оптимальных режимов, влияние на свойства нефти различных добавок и синтез эмульгаторов высоковязких нефтей. Предлагаются также методы перекачки газонасыщенных и выброобработанных нефтей с расчётом технологических параметров и экономической эффективности [2-6].

В связи с открытием в Узбекистане новых месторождений высокопарафинистых, высоковязких сортов нефти, возникает необходимость в глубоком изучении их гидродинамических, физико-химических и теплофизических свойств. Эти данные нужны для разработки эффективных методов очистки, разделения, транспортировки нефти и нефтепродуктов, а также для правильной организации хранения и технологического процесса переработки [5-6].

Коэффициентом температуропроводности вещества называется физический параметр, характеризующий скорость выравнивания температуры при нестационарной теплопроводности, численно равный отношению коэффициента теплопроводности λ к удельной объёмной теплоёмкости γCp [7-8].

$$\alpha = \frac{\lambda}{C_p \gamma} м^2 / час$$

В практике знание температуропроводности необходимо при подборе материалов для теплоизоляции той или иной конструкции, когда температура (температура среды) может меняться. При этом наблюдается тепловая инерция тел: тепло реагирует на изменение температуры среды не мгновенно, а с некоторым запаздыванием (рис.1). Разность температур тела и среды при времени эксперимента τ, стремящемся к бесконечности, зависит от скорости изменения температуры среды t_f, геометрических и физических параметров тела [9-10].

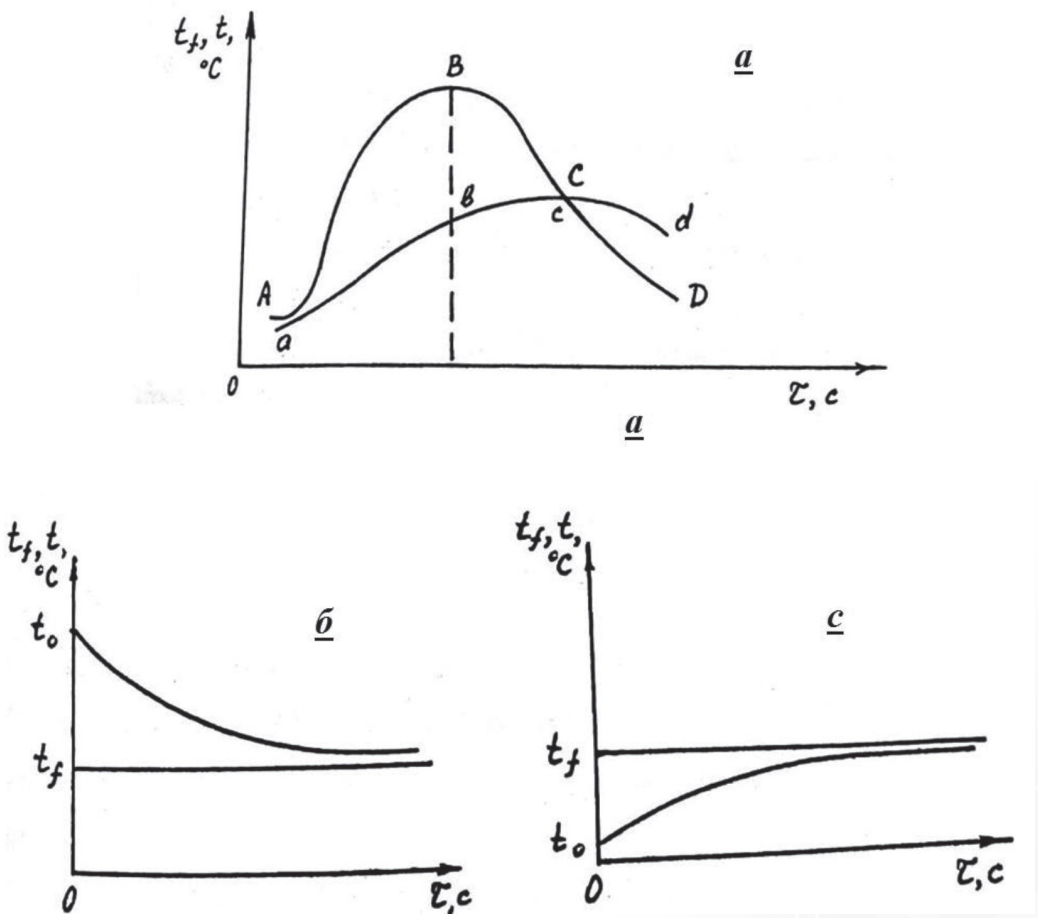


Рис.1. Графическая характеристика тепловой инерции. а) а,в,с – кривая изменения температуры t_f среды, б) охлаждение тела при постоянной температуре среды t_f, с) нагревание тела при постоянной температуре среды t_f

При гармонических колебаниях температуры среды температура тела колеблется гармонически, но с меньшей амплитудой и сдвинута по фазе. Чем ниже температуропроводность тела и чем больше его размеры, тем больше будет отставание по фазе и меньше амплитуда при одном и том же законе изменения температуры среды [11-12].

В начале процесс нестационарного теплообмена (нагревания или охлаждения тела) является неупорядоченным, так как скорость изменения температуры в отдельных точках тела различна и поле температур зависит от начального состояние тела, которое может быть совершенно случайным (рис.2).

С течением времени влияние начальных неравномерностей сглаживается и температурное поле системы изменяется по экспоненциальному закону (рис.3). Температурное поле при упорядоченном процессе (регулярном режиме)

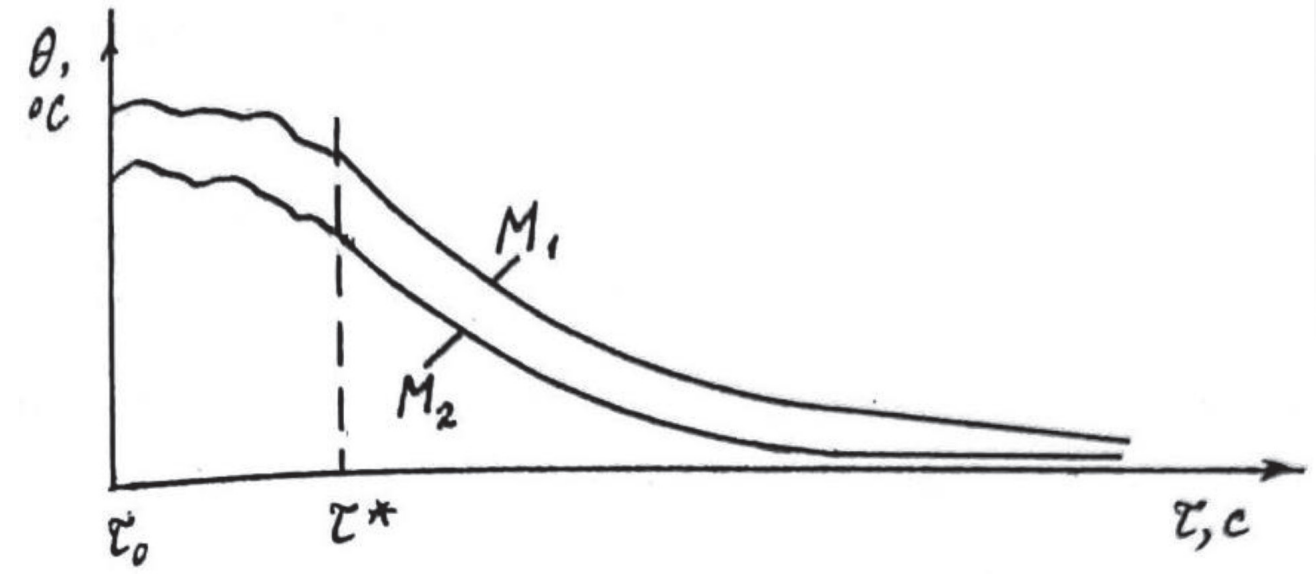
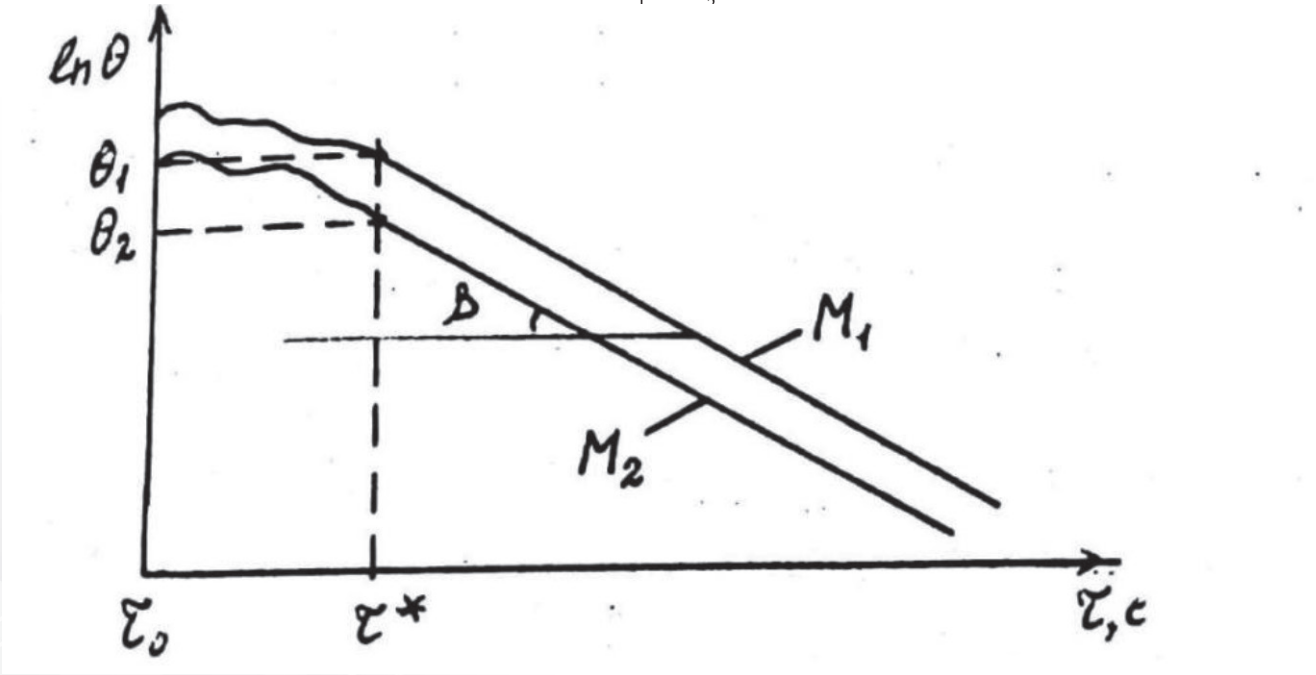


Рис.2. Изменение разностей температур тела и среды θ со временем τ для различных точек тела M_1 и M_2



θ_1, θ_2 – начало наступления регулярного режима;

Рис.3. Изменение логарифма температурных разностей тела и среды со временем для различных точек тела M_1 и M_2

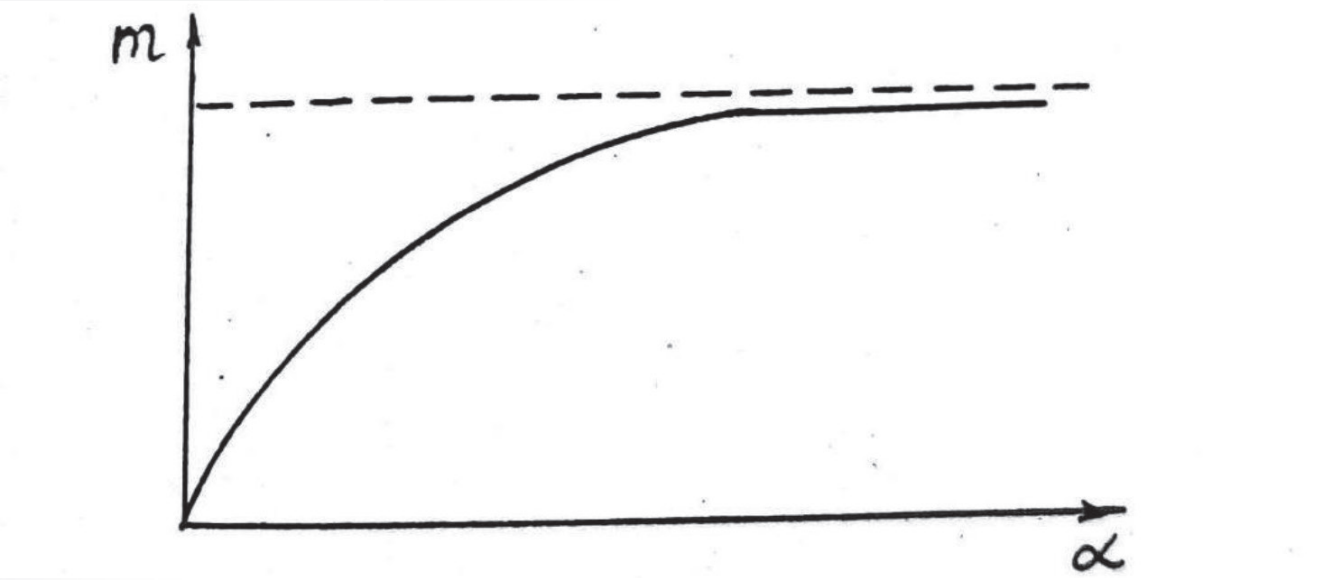


Рис.4. Зависимость темпа охлаждения m при стремлении коэффициента теплоотдачи α к бесконечности

зависит от геометрической формы тела, его физических свойств и условий охлаждения.

По истечении бесконечно большого времени наступает третий стационарный режим, когда температура во всех точках тела стабилизируется и не будет меняться со временем.

Регулярный режим характеризуется с тем, что с момента его наступления температурное поле системы изменяется по экспоненциальному закону:

$$ln\theta = -m\tau + c$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(ln\theta) = -m$$

где: $\theta = t - t_f$ °C, t – температура точки тела, °C; t_f – температура среды, °C; τ – время; c, c – постоянная величина; m – температура охлаждения или нагревания, $ч^{-1}$.

Величина m характеризует быстроту процесса теплообмена, не зависит от начального температурного поля и полностью определяется размерами и формой тела, значением его тепловых параметров и условий теплообмена t_f и α (внешними условиями охлаждения). Чем больше коэффициент теплоотдачи α, тем сильнее охлаждающее действие среды, тем быстрее идёт охлаждение тела, т.е. тем больше значение m. Если α стремится к бесконечности, то m стремится некоторому пределу (рис.4).

Согласно первой теореме Кондратьева при α = ∞ значение m прямо пропорционально коэффициенту температуропроводности тела:

$$\alpha = km \ м^2/час \qquad (1)$$

Уравнение (1) используется для опытного определения коэффициента температуропроводности α.

Коэффициент пропорциональности K зависит формы и размеров тела, для цилиндра с радиусом R и высотой h его определяют по формуле:

$$K = \frac{1}{\left(\frac{2{,}405}{R}\right)2 + \left(\frac{\pi}{h}\right)2} \ м^2$$

На практике возможно получить α = ∞. Однако путем интенсивного перемешивания жидкости в термостате, в которую погружается образец, можно достичь больших значений α, которые дадут незначительную ошибку в определении коэффициента температуропроводности α.

Согласно описанию [7] коэффициент температуропроводности вещества α равен:

$$\alpha = km \qquad (2)$$

где: m – темп охлаждения образца, определяемый экспериментально;

k – коэффициент, обусловленный геометрической формой образца вещества.

Относительный метод определения коэффициента температуропроводности образца нефти основан на создании одинаковых внеш-

них условий эксперимента (температуры и скорости течения термостатирующей жидкости, размеров и формы сосуда, объёма исследуемой жидкости в нём) для обеспечения одинакового теплового потока как к образцу из нефти, так и к образцу любой другой жидкости. При этом, за одинаковый промежуток времени исследуемые образцы жидкостей получают одинаковые «порции» количества теплоты *Q*. Именно на этом положении основываются все последующие расчёты.

При возникновении эквивалентного теплового потока от стенок сосуда к жидкости внутри него как для воды, так и для нефти, имеем:

$$\alpha_в = km_в \qquad (3)$$

где: $\alpha_в$ - коэффициент температуропроводности воды, м²/ч; $m_в$ – темп охлаждения воды, ч$^{-1}$; k – геометрический фактор.

$$\alpha_н = km_н \qquad (4)$$

Деля (3) на (4), получим:

$$\frac{\alpha_в}{\alpha_н} = \frac{m_в}{m_н} \qquad (5)$$

Так как геометрический фактор одинаков для обоих случаев, он сокращается, и из (5) имеем:

$$\alpha_н = \alpha_в \frac{m_в}{m_н} \qquad (6)$$

Коэффициент температуропроводности нефти определяется произведением коэффициента температуропроводности воды на отношение темпа охлаждения воды к темпу охлаждения нефти.

Для определения коэффициента температуропроводности воды использована известная [7] зависимость:

$$\alpha_в = \frac{\lambda_в}{Cp\gamma} \qquad (7)$$

где: $\lambda_в$=0,58 Вт/(мК) – теплопроводность воды; $C_р$ = 4,19 кДж/(кгК) – удельная теплоёмкость воды при 20 °С; ρ = 1000 кг/м³ – плотность воды.

После проведения расчёта получено:

$a_в = 5{,}0 \cdot 10^{-4}$ *м²/ч при 20 °С.*

Определение темпа охлаждения одинаковых объёмов воды и нефти проведено экспериментально согласно описанию «Методы регулярного режима …» [7].

На рис.5 приведены результаты зависимости коэффициента сопротивления от перепада давления.

Из рис. 5÷7 видно, что движение установившееся, проведены численные расчёты для Мингбулакской нефти, как обычной вязкой, так и вязкопластической при указанных выше значениях продольного напряжения сдвига и значения пластической вязкости нефти, а так-

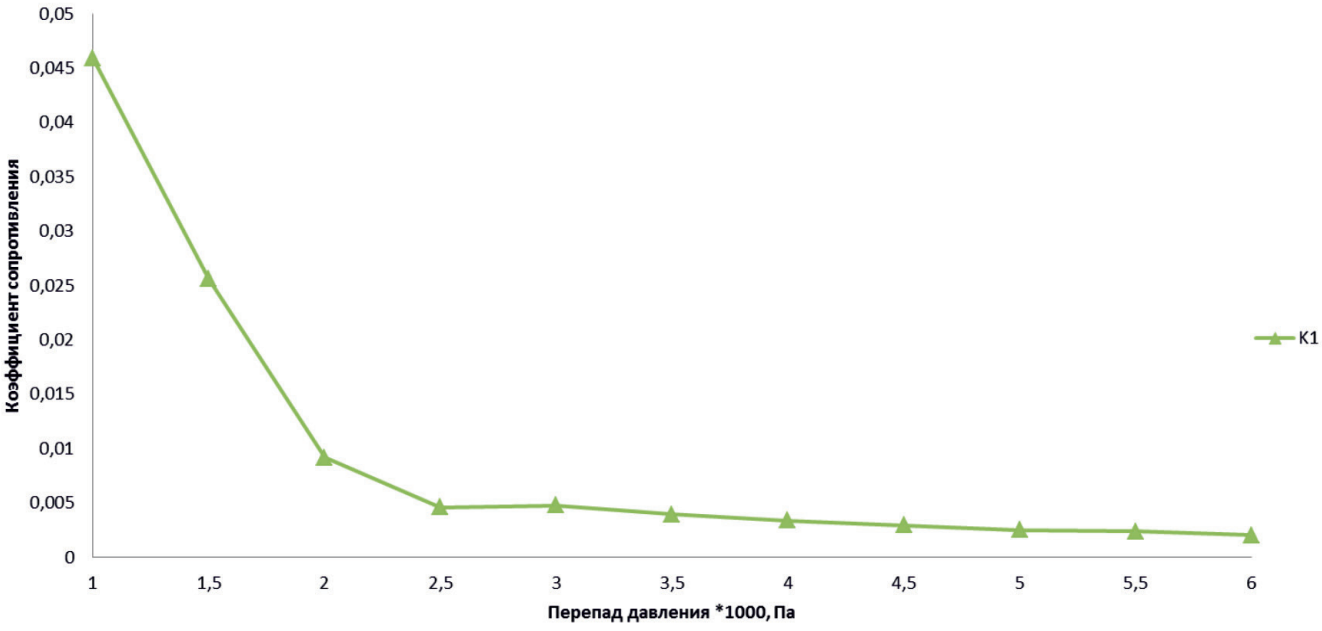


Рис.5. Зависимость коэффициента сопротивления от перепада давления. $К_1$ – коэффициента сопротивления

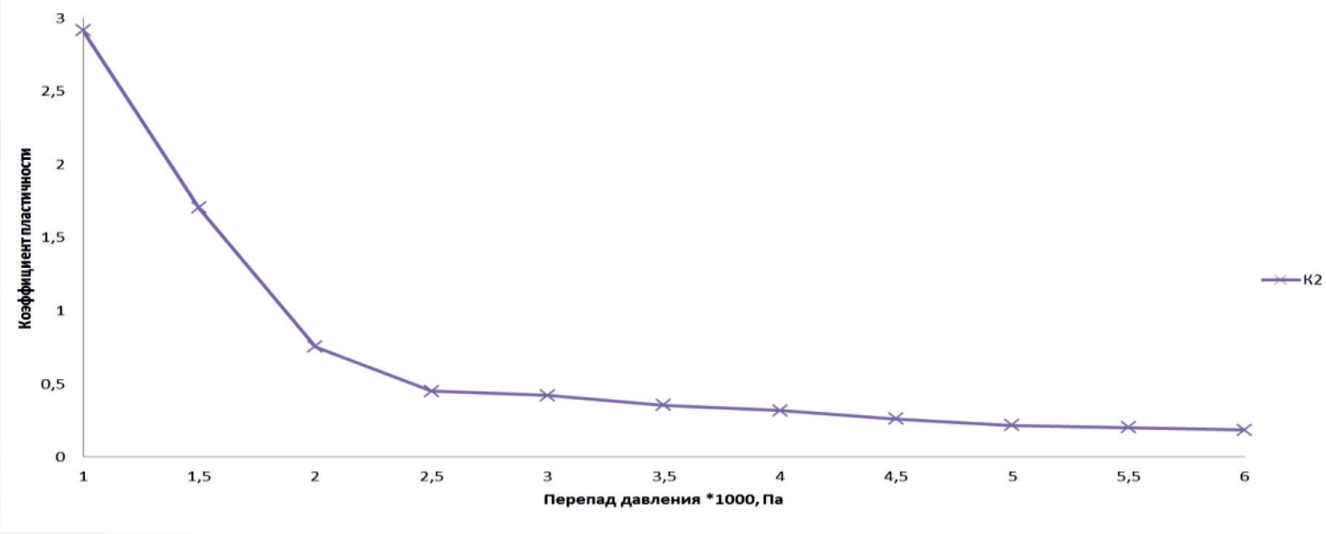


Рис.6. Зависимость коэффициента пластичности от перепада давления. $К_2$ – коэффициента пластичности

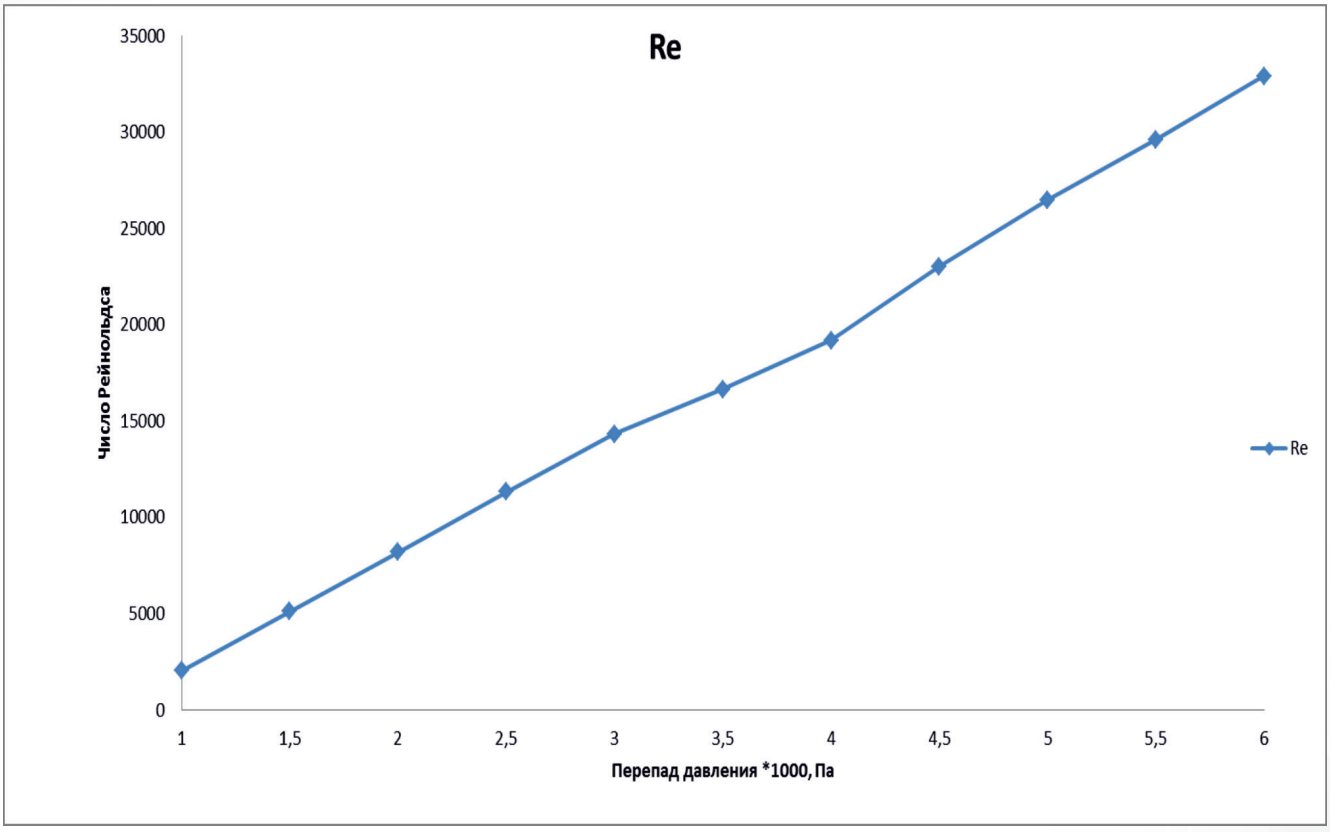


Рис.7. Зависимость числа Рейнольдса от перепада давления. Re – число Рейнольдса.

же плотности нефти 857,0 кг/м^3 при разных диаметрах и длинах труб и перепадах давления. В частности, при диаметрах 0,5 м; 1,0 м и соответственно, длинах труб 100 м, 200 м перепад давления менялся от 1,0 до 6 кПа.

Потеря давления ΔP определяли опытным путём. Для определения расход жидкости, средняя скорость потока, число Рейнольдса, параметра пластичности и коэффициента терния использовали следующие уравнении:

Расход Q – по формуле:

$$Q = \frac{\pi\alpha 4\Delta P}{\Delta\mu e}\left[1 - \frac{4}{3}\left(\frac{2\tau 01}{\alpha\Delta P}\right) + \frac{1}{3}\left(\frac{2\tau 01}{\alpha\Delta P}\right)4\right],$$

где: α – диаметр трубопровода, м; ΔP – потеря давления, Па;

μ – динамическая вязкость, Па·с; l – длина

трубопровода, м; τ_0 – напряжение сдвига, Па.

Средняя скорость определяли, $\omega_{ср}$:

$$\omega_{ср} = \frac{Q}{\pi\alpha 2}$$

Число Рейнольдса, *Re*:

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho\omega_{ср}\alpha}{\mu}$$

Параметр пластичности, *П*:

$$П = \frac{\tau 0\alpha}{\mu\omega_{ср}}$$

Коэффициент трения, λ:

$$\lambda = \frac{0{,}315}{\mathrm{Re}\,0.25}$$

Таким образом, с увеличением средней скорости движения исследуемой нефти от 0,5 до 8 м/с происходит увеличение расхода от 0,1 до 1,6 кг/с, перепада давлений – от 0,5 до 5,5 кПа, числа Рейнольдса от 3000 до 3500; уменьшаются коэффициент сопротивления до 0,003 и коэффициент пластичности от 2,9 до 0,3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чельнов А.В. Измерительные устройства для контроля качества нефтепродуктов. –Л.: Химии, 1981. – 264 с.

2. Щербаков А.З. Транспорт и хранение высоковязких нефтей и нефтепродуктов с подогревом. – М.: Недра, 1981. – 220 с.

3. Кулинг Х. Справочник по физике: Пер. с нем., 2 – е изд. –М.: Мир, 1985, -250 с.

4. Салимов З.С., Беликова Н.В., Убайдуллаев Б.Х., Железнов А.С. Теплофизические свойства высоковязких нефтей //Доклады АН РУз. 1988. №9. 30-32 с.

5. Хурмаматов А.М., Исмаилов О.Ю., Маллабоев О.Т. Influence of recirculation of hydrocarbon flows on the efficiency of the heat exchanger operation// Scientific and technical journal of Namangan institute of engineering and technology. Namangan-2021. VOL 6 – Issue (1) 2021 Pp. 122-128.

6. Хурмаматов А.М., Исмаилов О.Ю., Хаметов З.М. Иссиқлик алмашиниш қувурида дашқол ҳосил бўлиш жараёнига суюқ углеводород оқимларини қиздириш давомийлиги ва гидродинамик режимларини таъсири// Фарғона политехника институти илмий-техник журнали 2021.24-том. №1-махсус сон. 178-184 бетлар.

7. Исмаилов О.Ю., Хурмаматов А.М., Хайдаров Ж.А. Определение коэффициента поверхностного натяжения нефти, газового конденсата и их смесей// Узбекский химический журнал. – Ташкент, –2018. -№2. – С. 57-64. (02.00.00; №6).

8. Хурмаматов А.М., Исмаилов О.Ю. Влияния температуры углеводородного сырья на перепад давления в горизонтальной трубе// Научно-технический журнал Наманганского инженерно-технологического института// ТОМ 5 – Спец выпуск (1), 2020. –С. 168-172.

9. Исследование влияния добавок на основе местного сырья на регулирование текучести высокопарафинистых нефтей. Отчёт о НИР. – Институт химии АН РУз. Ташкент, 1996. -47с.

10. Гуреев А.А., Серегин Е.П., Азеев В.С. Квалификационные методы испытаний нефтяных топлив. М.: Химия., 1984. -114с.

11. Рашидова Ф.М., Хамидов Б.Н., Нарметова Г.Р. О Мингбулакской нефти и её бензиновой фракции // Узбекский химический журнал – 1997. №4. 61-63 с.

12. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Ленинградского отделение. 1978. -20 с.

UO'K: 665.6

MONOKARBON KISLOTA PROPARGIL EFIRLARI HAMDA ULARNI PIPERIDINLI HOSILALARI OLINISHI VA INGIBITORLIK XUSUSIYATLARI

[1]A.I. Shomurodov, [2]B.M. Ismailov, [2]A.G.Maxsumov
[1]Sho'rtan gaz-kimyo majmuasi MCHJ – Qashqadaryo, O'zbekiston.
[2]Toshkent kimyo-texnologiya instituti – Toshkent, O'zbekiston.

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada monokarbon kislota propargil efirlari hamda ularni piperidinli hosilalari olinish usullari keltirilgan bo'lib, bunda fizik-kimyoviy tahliliy tadqiqot natijalari keltirilgan. Shuningdek, tadqiqotlar natijasida olingan mahsulotlarning ingibitorlik xususiyatlari o'rganilgan va neft-gaz sanoatida qo'llash taklif etilgan.

KALIT SO'ZLAR: Aminometillash reaksiyasi, 4-(bis(2-gidroksietil)amino)but-2-in-1-il butirat, mis(I) xlorid, mis(II) xlorid, mis (II) asetat, paraform, piperidin, 1,4-dioksan.

ABSTRACT

The article presents methods for the preparation of propargyl esters of monocarboxylic acids and their piperidine derivatives, which present the results of physicochemical analytical studies. The inhibitory properties of the products obtained as a result of the research were also studied and their use in the oil and gas industry was proposed.

KEYWORDS: Aminomethylation reaction, 4-(bis(2-hydroxyethyl)amino)but-2-yn-1-yl butyrate, copper(I) chloride, copper(II) chloride, copper(II) acetate, paraform, piperidine, 1,4 -dioxane.

Kirish. Hozirgi vaqtda jahonda xalq xo'jaligining ko'plab sohalarida qo'llanilayotgan turli vositalarning, jumladan, metallar korroziyasi ingibitorlari, gerbitsid, insektitsidlar va farmasevtik preparatlarni ishlab chiqarish yildan yilga ortib bormoqda [1, 3-5, 7]. Bunday birikmalar qatorida o'zida uch bog' tutuvchi turli xil sintetik moddalar va ularning modifikatsiyasi asosida sintez qilib olingan hosilalar muhim ahamiyatga ega hisoblanadi [2].

Materiallar va metodlar. Propargil hosilalari asosida alifatik, aromatik va turli geterosiklik moddalarni sintez qilish mumkinligi, ushbu funksional guruhning keng qirraliligini ko'rsatadi. Propargil guruhli hosilalar orasida ko'plab biologik faol moddalarning borligi ushbu yo'nalishda tadqiqotlar olib borish naqadar dolzarb ekanligini bildiradi [6].

Aminometillash reaksiyasi tegishli efirlar, dietanolamin, paraformdan 1:1:1,5 mol nisbatdagi aralashmalarini erituvchi muhitida 6-8 soat 80-110 °C haroratda qizdirib olib borildi. Reaksiyada erituvchi sifatida toluol, asetonitril va 1.4-dioksanlardan foydalanildi. Katalizator sifatida esa mis tuzlaridan: mis(I)xlorid mis(II) xlorid va mis (II) asetatlardan foydalanildi. Reaksiya katalizatorlarning turli xil nisbatlari va har xil vaqt davomiyligida etanol, asetonitril, 1,4-dioksan eritmalarining qaynash haroratida olib borildi. Eng yuqori unumga esa mis (II) asetat katalizatorligida 1.4-dioksanda 6-soat qaynatib olib borilganda erishildi.

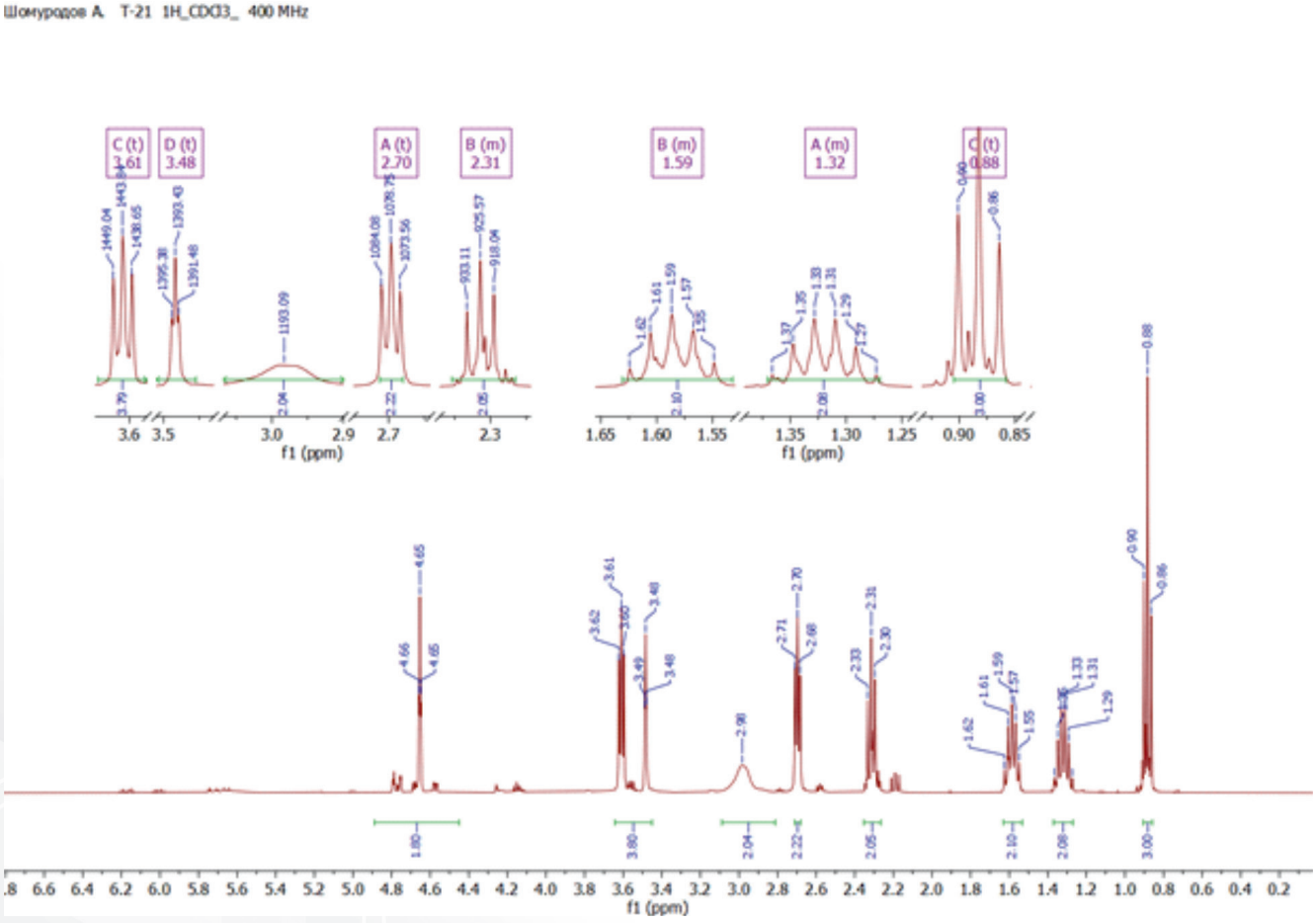
Natijalar va muhokamalar. ***4-(bis(2-gidroksietil)amino)but-2-in-1-il butirat sintezi (1).*** Yuqorida keltirilgan usul orqali 1.26 g (1.34 ml, ρ=0.94 g/ml, 0.01 mol) propargil butirat, 0.45 g (0.015 mol) paraform, 1.05 g (0.96 ml, ρ= 1.097 g/ml 0.01 mol) dietanolamin, 0.05 g (0.27 mmol) mis(II) asetat va 25.0 ml 1,4-dioksan olindi. Massasi 2.05 g. 84% unum bilan mahsulot (1) olindi. T_{qay}=172-174 °C. (8 mm. sim. ust.) Rf 0.66 (sistema geksan:etilasetat – 5:1). **^{1}H YaMR** (400

MHz, $CDCl_3$): 0.88 (3H, t, J=7.34, CH_3-), 1.32 (2H, m, CH_3-CH_2-),1.59 (2H, t, J=5.88, -CH_2-CH_2-), 2.31 (2H, t, J=7.28, -CH_2-CH_2-OH), 2.44 (2H, t, J=7.14, -CH_2-CH_2-OH), 2.70 (2H, t, J=5.26, -CH_2-N<), 2.98 (2H, c, , -OH), 3.61 (4H, t, J=5.20, -CH_2-CH_2-OH), 4.65 (2H, t, J=4.10, -O-CH_2-) **^{13}C YaMR** ($CDCl_3$): 15.24, 21.11, 38.54, 48.78, 56.15, 60.21, 62.80, 85.47. 85.734, 170.11 **IQ**-spektr (KBr, ν, cm^{-1}): 2958 (CH_3), 2932, 2873 (CH_2), 1742 (>C=O), 1244 (-C-N-), 1166 (-C-O-C-), 1109 (-C-OH),

Olingan moddalarning tuzilishi IQ va ^{1}H YaMR spektrlari natijalari orqali o‘rganildi. Jumladan, 4-(bis(2-gidroksietil)amino)but-2-in-1-il butiratning ^{1}H YaMR spektri tahlil qilinganda (1-rasm) moy kislota qoldig‘idagi protonlar tegishli 0.88 (3H, t, J=7.34, CH_3-), 1.32 (2H, m, CH_3-CH_2-),1.59 (2H, t, J=5.88, -CH_2-CH_2-), m.u. sohalarda, molekula o‘rtasidagi uch bog‘ga qo‘shni bo‘lgan metilen guruhlari esa 2.70 (2H, t, J=5.26, -CH_2-N<), 4.65 (2H, t, J=4.10, -O-CH_2-) m.u. sohalarda ikki protonli triplet ko‘rinishida, dietanolamin qoldig‘idagi metilen guruhlari protonlari 2.31 (2H, t, J=7.28, -CH_2-CH_2-OH), 2.44 (2H, t, J=7.14, -CH_2-CH_2-OH), 3.61 (4H, t, J=5.20, -CH_2-CH_2-OH), m.u. sohalarda ikki protonli triplet hamda to‘rt protonli triplet holida, dietanolamin qoldig‘idagi gidroksil guruhlar protoni esa 2.98 (2H, c, -OH), m.u. sohada 2 protonli singlet holida namoyon bo‘lganligi kuzatildi.

Ushbu moddaning IQ-spektri tahlil qilinganda, molekuladagi metil guruhiga (CH_3) xos tegishli tebranishlar 2958 sm^{-1} sohada, metilen guruhiga (CH_2) tegishli tebranishlar 2932 sm^{-1}, 2873 sm^{-1} sohalarda, karbonil guruhiga hos (>C=O) tebranishlar 1742 sm^{-1} sohada, uglerod-azot oddiy bog‘iga (C-N) tegishli tebranishlar 1244 sm^{-1} sohada, uglerod-kislorod-uglerod (C-O-C) bog‘lariga tegishli tebranishlar esa 1166 sm^{-1} sohada, uglerod-gidroksil guruh (-C-OH) bog‘lariga tegishli tebranishlar esa 1109 sm^{-1} sohalarda yutilish chastotalariga ega bo‘lganini guvohi bo‘ldik. Qolgan yangi moddalarning ham tuzilishi IQ hamda YaMR spektrlari orqali o‘rganilib tahlil qilindi.

4-(bis(2-gidroksietil)amino)but-2-in-1-il



1-rasm. 4-(bis(2-gidroksietil)amino)but-2-in-1-il butirat ning ^{1}H YaMR spektri.

valerat sintezi (2). Yuqorida keltirilgan usul orqali 1.40 g (1.52 ml, ρ= 0.92 g/ml, 0.01 mol) propargil valerat, 0.45 g (0.015 mol) paraform, 1.05 g (0.96 ml, ρ= 1.097 g/ml 0.01 mol) dietanolamin, 0.05 g (0.27 mmol) mis(II) asetat va 25.0 ml 1,4-dioksan olindi. Massasi 2.11 g. 82% unum bilan mahsulot (2) olindi. T_{qay}=176-178 °C. (8 mm. sim. ust.) Rf 0.68 (sistema geksan:etilasetat – 5:1). ^{1}H YaMR (400 MHz, $CDCl_3$): 0.88 (3H, t, J=7.18, CH_3-), 1.26 (4H, m, CH_3-$(CH_2)_2$-), 2.12 (2H, t, J=5.36, -CH_2-CH_2-), 2.46 (4H, t, J=6.14, -CH_2-CH_2-OH), 2.81 (2H, t, J=6.18, -CH_2-N<), 3.06 (2H, c, , -OH), 3.58 (4H, t, J=5.26, -CH_2-CH_2-OH), 4.81 (2H, t, J=5.41, -O-CH_2-) ^{13}C YaMR ($CDCl_3$): 16.24, 22.65, 26.37, 38.35, 49.86, 58.04, 59.88, 61.16, 75.87. 85.48, 175.24. IQ-spektr (KBr, ν, sm^{-1}): 2961 (CH_3), 2923, 2867 (CH_2), 1742 (>C=O), 1243 (-C-N-), 1159(-C-O-C-), 1112 (-C-OH),

4-(bis(2-gidroksietil)amino)but-2-in-1-il kapronat sintezi (3). Yuqorida keltirilgan usul orqali 1.54 g (1.69 ml, ρ= 0.91 g/ml, 0.01 mol) propargil valerat, 0.45 g (0.015 mol) paraform, 1.05 g (0.96 ml, ρ= 1.097 g/ml 0.01 mol) dietanolamin, 0.05 g (0.27 mmol) mis(II) asetat va 25.0 ml 1,4-dioksan olindi. Massasi 2.16 g. 80% unum bilan mahsulot (3) olindi. T_{qay}=184-185 °C. (8 mm. sim. ust.) Rf 0.69 (sistema geksan:etilasetat – 5:1). **^{1}H YaMR** (400 MHz, $CDCl_3$): 0.87 (3H, t, J=7.16, CH_3-), 1.22 (6H, m, CH_3-$(CH_2)_3$-), 2.15 (2H, t, J=5.44, -CH_2-CH_2-), 2.49 (4H, t, J=6.16, -CH_2-CH_2-OH), 2.83 (2H, t, J=6.14, -CH_2-N<), 3.07 (2H, c, , -OH), 3.66 (4H, t, J=5.28, -CH_2-CH_2-OH), 4.76 (2H, t, J=5.23, -O-CH_2-) **^{13}C YaMR** ($CDCl_3$): 15.21, 20.81, 25.74, 31.71, 38.36, 49.81, 57.26, 59.98, 60.86, 85.97. 84.69, 176.12. IQ-spektr (KBr, ν, sm^{-1}): 2961 (CH_3), 2926, 2874 (CH_2), 1751 (>C=O), 1241 (-C-N-), 1168 (-C-O-C-), 1109 (-C-OH).

4-(piperidin-1-il)but-2-in-1-il butirat sintezi (4). Yuqorida keltirilgan usul orqali 1.26 g (1.31 ml, ρ= 0.96 g/ml, 0.01 mol) propargil butirat, 0.45 g (0.015 mol) paraform, 0.85 g (0.99 ml, ρ= 0.862 g/ml 0.01 mol) piperidin, 0.05 g (0.27 mmol) mis(II) asetat va 25.0 ml 1,4-dioksan olindi. Massasi 2.00 g. 90% unum bilan mahsulot (4) olindi. T_{qay}=126-127 °C. (8 mm. sim. ust.) Rf 0.56 (sistema geksan:etilasetat – 7:1). **^{1}H YaMR** (600 MHz, CD_3OD): 0.89 (3H, t, J=7.15, CH_3-), 1.30 (4H, m, piperidin 3, 5-CH_2-),1.60 (2H, p, piperidin 4-CH_2-) 2.31 (2H, kv, J=7.43, CH_3-CH_2-), 2.54 (2H, t, J=4.81, piperidin 2-CH_2-), 3.32 (2H, t, J=1.97, -CH_2-N<), 3.67 (2H, t, J=4.77, piperidin 6-CH_2-), 4.70 (2H, t, J=1.97, -O-CH_2-) **^{13}C YaMR** ($CDCl_3$): 15.24, 21.11, 38.54, 48.78, 56.15, 60.21, 62.80, 85.47. 85.734, 170.11 IQ-spektr (KBr, ν, s m^{-1}): 2958 (CH_3), 2932, 2873 (CH2), 1742 (>C=O), 1244 (-C-N-), 1166 (-C-O-C-), 1109 (-C-OH),

4-(piperidin-1-il)but-2-in-1-il valerat sintezi (5). Yuqorida keltirilgan usul orqali 1.40 g (1.48 ml, ρ= 0.942 g/ml, 0.01 mol) propargil valerat, 0.45 g (0.015 mol) paraform, 0.85 g (0.99 ml, ρ= 0.862 g/ml 0.01 mol) piperidin, 0.05 g (0.27 mmol) mis(II) asetat va 25.0 ml 1,4-dioksan olindi. Massasi 2.10 g. 89 % unum bilan mahsulot (5) olindi. T_{qay}=158-159 °C. (8 mm. sim. ust.) Rf 0.54 (sistema geksan:etilasetat – 7:1). **^{1}H YaMR** (400 MHz, $CDCl_3$): 0.88 (3H, t, J=7.34, CH_3-), 1.32 (2H, m, CH_3-CH_2-),1.59 (2H, t, J=5.88, -CH_2-CH_2-), 2.31 (2H, t, J=7.28, -CH_2-CH_2-OH), 2.44 (2H, t, J=7.14, -CH_2-CH_2-OH), 2.70 (2H, t, J=5.26, -CH_2-N<), 2.98 (2H, c, , -OH), 3.61 (4H, t, J=5.20, -CH_2-CH_2-OH), 4.65 (2H, t, J=4.10, -O-CH_2-) **^{13}C YaMR** ($CDCl_3$): 15.24, 21.11, 38.54, 48.78, 56.15, 60.21, 62.80, 85.47. 85.734, 170.11 IQ-spektr (KBr, ν, sm^{-1}): 2958 (CH_3), 2932, 2873 (CH_2), 1742 (>C=O), 1244 (-C-N-), 1166 (-C-O-C-), 1109 (-C-OH),

Ma'lumki, neft va neft mahsulotlarini qazib olish, ularni tashish, saqlash, hamda qayta ishlashda qo'llaniladigan texnologik qurilmalar, asbob uskunalar va metall konstruksiyalar korroziyaga uchraydi.

Ilmiy tadqiqotlar natijasida sintez qilib olingan N-amino(butin-2-il) hosilalarining metall qurilmalari, asbob uskunalari hamda po'lat konstruksiyalar korroziyasiga qarshi ingibitorlik xususiyati o'rganildi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, metall korroziyasining ingibitor samaradorligini sinash 40 °C haroratda gravimetrik usulda amalga oshirildi, hamda pH 2 dan 11 gacha bo'lgan muhitda ingibitorlarning konsentratsiyasini, korroziyalanish tezligini ko'rib chiqdik, natijalari 1- jadvalda ko'rsatilgan.

Metallarning ingibirlovchi korroziyasini o'rganish shuni ko'rsatadiki, barcha sinalgan preparatlar metall korroziyasining ingibirlovchi xossalariga ega. Sinov natijalari asosida o'rganilgan preparatlar metallar korroziyasiga

1-jadval

N-amino(butin-2-il) hosilalarining metall qurilmalariga ta'siri

№	Ingibitor nomi va miqdori mass.%	pH							
		2		5		9		11	
		KT, g/m²s	HD, %	KT, g/m²s	HD, %	KT, g/m²s	HD, %	KT, g/m²s	HD, %
1.	Metal (ingibitorsiz)	1,8	-	1,80	-	1,89		1,09	
2.	4-(bis(2-gidroksietil)amino) but-2-in-1-il butirat	0,49	78,3	0,36	81,2	0,44	84,7	0,49	86,5
3.	4-(bis(2-gidroksietil)amino) but-2-in-1-il valerat	0,35	87,7	0,24	89,1	0,31	92,0	0,39	88,9
4.	4-(bis(2-gidroksietil)amino) but-2-in-1-il kapronat	0,85	55,4	0,49	61,5	0,74	46,6	0,78	42,3
5.	4-(piperidin-1-il)but-2-in-1-il butirat	0,43	83,7	0,29	83,2	0,35	85,3	0,49	83,0
6.	4-(piperidin-1-il)but-2-in-1-il valerat	0,36	80,7	0,24	83,1	0,33	88,0	0,38	86,9

eng faol ingibitorlarning antikorrozion faoliyati N-amino(butin-2-il) hosilalarining pH qiymati 2 dan 11 ortishi bilan, kislotali va ishqoriy muhitda metallar korroziya darajasi ingibitor konsentratsiyasi ortishi korroziya tezligini kamaytiradi va himoya darajasini oshiradi. Sintez qilingan quyidagi kimyoviy preparatlarni St. 3-markali po'lat korroziyasiga qarshi ingibitorlik xossasi turli haroratlarda o'rganildi (2-jadval).

Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, monokarbon kislota propargil efirlarini dietanolamin bilan Mannix reaksiyasi asosida olingan karbon kislotalarning N-amino(butin-2-il) hosilalarining ingibitorlik xossasi piperidin bilan olingan tegishli hosilalariga nisbatan yuqori ekanligi aniqlandi. Shuningdek, monokarbon kislotalarning gomologik qatori ortishi bilan ingibitorlik xossalari ortib borishi kuzatildi. Monokarbon kislota propargil efirlari va dietanolamin asosida olingan mahsulotlar 0,01% eritmasini ingibitor sifatida 20 °C da himoyalash darajasi (HD) mos ravishda 83, 84, 86, 63, 67 % ni tashkil qildi. Ular ishtirokida

2-jadval

Sintez qilingan kimyoviy preparatlarni St. 3 - markali po'lat korroziyasiga qarshi ingibitorlik xossasi taqqoslash jadvali

№	Harorat °C / Modda nomi	20		40		60		80	
		KT, g/m²soat	HD, %	KT, g/m²soat	HD, %	KT, g/m²soat	HD, %	KT, g/m²soat	HD, %
1	ingibitorsiz	1.5	-	1.89	-	22.68	-	48.2	-
2	4-(bis(2-gidroksietil)amino) but-2-in-1-il butirat	0.8	83.0	0.94	77.0	10.3	69.0	17.6	66.0
3	4-(bis(2-gidroksietil)amino) but-2-in-1-il valerat	0.71	84.0	0.87	79.0	10.1	74.0	16.9	71.0
4	4-(bis(2-gidroksietil)amino) but-2-in-1-il kapronat	0.65	86.0	0.71	81.0	9.20	75.0	15.40	70.0
5	4-(piperidin-1-il)but-2-in-1-il butirat	1.02	63.0	0.96	61.0	10.9	56.0	20.1	49.0
6	4-(piperidin-1-il)but-2-in-1-il valerat	1.05	67.0	1.10	64.0	12.9	60.0	21.1	57.0

korroziyalanish tezligi (KT) esa mos ravishda 0.8, 0.71, 0.65, 1.02, 1.05 qiymatlariga, ingibitor qo'llanilmagan holda esa 1,5 g/m^2 soatga teng ekanligini ko'rsatdi. Preparatlar ishtirokida turli haroratlarda (20, 40, 60, 80) himoyalanish darajasi va korroziya tezligi aniqlandi. Harorat oshib borishi bilan har bir holat uchun himoyalanish darajasi kamayishi va mos ravishda korroziya tezligi ortishi kuzatildi.

XULOSA.

Xulosa sifatida aytish mumkinki, metallarning korroziyasini ingibirlovchi preparatlarni o'rganish shuni ko'rsatadiki, sintez qilingan preparatlar metall korroziyasini ingibirlovchi xossaga ega ekanligi aniqlandi. Sinov natijalari asosida o'rganilgan moddalardan 4-(bis(2-gidroksietil) amino)but-2-in-1-il kapronat nisbatan effektiv ingibitor ekanligi ko'rsatildi.

Tadqiq qilingan organik moddalar metall konstruksiyalari va qurilmalarini korroziyasini oldini olishga va ekspluatatsion xossalarini yaxshilashga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Шомуродов А.И., Махсумов А.Г., Исмаилов Б.М. Реакция аминометилирования некоторых пропаргиловых эфиров насыщенных карбоновых кислот с диэтаноламином // Ж. Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. (Москва) февраль 2023, часть 1, №2(104) - С.59-65. DOI - 10.32743/UniChem.2023.104.2.14927.

2. Djuraev A.D Yakubxodjaeva M.R. Synthesis of 1,2,3-triazoles based on propargyl ethers of carbamate // Catalysis and Reaction Engineering. -2020. –Vol. 2. –P. 2–5.

3. Janet Bahri, Remi Blieck, Bassem Jamoussi, Marc Taillefer and Florian Monnier. Hydroamination of terminal alkynes with secondary amines catalyzed by copper: regioselective access to amines. Chemical Communications.-2015. 51 (56). –P. 11210-11212

4. H. Sharghia, R. Khalifeha,b, F. Moeinia , M.H. Beyzavia , A. Salimi Benic and M.M. Doroodmand. Mannich Reaction of Secondary Amines, Aldehydes and Alkynes in Water Using Cu/C Nanoparticles as a Heterogeneous Catalyst. Journal of the Iranian Chemical Society, 8, S89-S103.

5. Li, Pin-Huaa WANG, Lei, Mercurous Chloride Catalyzed Mannich Condensation of Terminal Alkynes with Secondary Amines and Aldehydes. Chinese Journal of Chemistry, 2005, 23, PP.1076—1080.

6. Shomurodov A.I., Ismailov B.M., Maxsumov A.G. Mannix reaksiyasi asosida monokarbon kislota propargil efirlarini piperidin bilan o'zaro ta'sirlashuv reaksiyalari // "Innovations in Technology and Science Education", 2023. April. 2-t. 9-s. Volume 2. Issue 9. – P. 765-772 (Xalqaro impact factor IF=5,305).

7. Шомуродов А.И., Махсумов А.Г., Исмаилов Б.М. Синтез производных N-диэтаноламино акрилоамида и его физико-химических свойств / 2-Международная конференция "Инновационные развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы". – Ташкент, 2021. 29 октябрь. – С. 165-166.

УЎК: 661.715

ЭТИЛЦИКЛОГЕКСАННИ НИТРОЛАШ АСОСИДА ДИЗЕЛ ЁҚИЛҒИЛАРИ УЧУН ЦЕТАН СОНИНИ ОШИРУВЧИ ПРИСАДКАЛАР ОЛИШ ВА УЛАРНИНГ ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ

[1]С.Ф. Фозилов, [2]Ж.Ш. Раббимов , [1]С.А. Ғайбуллаев,
[1]Б.А. Мавланов, [3]Ҳ.М. Мустафоев
[1]Бухоро муҳандислик-технология институти – Бухоро, Ўзбекистон.
[2]Қарши халқаро университети – Қарши, Ўзбекистон
[3]Бухоро Давлат университети – Бухоро, Ўзбекистон

АННОТАЦИЯ

Бугунги кунда экологик тоза дизел ёқилғиси ишлаб чиқариш ва ёқилғи ресурсларини кенгайтириш ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш учун турли хилдаги присадкалар ишлаб чиқариш ва қўллаш борасидаги тадқиқотлар долзарб масалалардан саналади. Мақолада ШГКМнинг ҚМПЭ чиқиндисидан ажратиб олинган циклогексанни нитролаш асосида 1-нитро-2-этилциклогексан синтез қилиш ва уни дизел ёқилғиларига цетанни оширувчи присадка сифатида қўллаш имкониятлари ҳамда хорижий номдор присадкалар билан қиёсий тавсифлари баён қилинган.

КАЛИТ СЎЗЛАР: қуйи молекулали полиэтилен, полимерлаш, чиқинди, қайнаш ҳарорати, нитролаш, едирилиш доғи.

ABSTRACT

Today, research on the production and use of various additives for the production of environmentally friendly diesel fuel and the expansion of fuel resources and the improvement of operational properties are among the most urgent issues. The article describes the possibilities of synthesizing 1-nitro-2-ethylcyclohexane based on the nitration of cyclohexane extracted from QMPE waste of ShGKM and using it as a cetane-increasing additive for diesel fuels, as well as its comparative characteristics with foreign well-known additives.

KEYWORDS: low molecular weight polyethylene, polymerization, waste, boiling point, nitration, melting point.

Республикамиз мустақиликка эришгандан кейин нефть ва газ саноати соҳаси ҳам жадал суръатларда тараққий этиб, ишлаб чиқарилаётган нефть ва газ маҳсулотлари нафақат миқдор жиҳатдан кўпайтириш, балки улар асосида юқори сифатли маҳсулотлар тайёрлашни ҳам тақазо қилади.

Ёқилғиларнинг сифати уларнинг таркибига ўрнатилган чекловларнинг кескин қатъийлашиши ва экологик талабларнинг кучайиши йўналишларида оширилиши ёқилғи тайёрлашда присадкалардан фойдаланиш заруратини келтириб чиқаради. Присадкалар нефть маҳсулотларининг эксплуататцион хоссаларини яхшилаб, уларнинг сарфини камайтиради ва механизмлар ишлаш ресурсларини оширади. Шу сабабли юқори самарадорликка эга бўлган мойловчи присадкаларни маҳаллий чиқиндилар асосида ишлаб чиқариш технологиясини яратиш зарур. Шунингдек, бугунги кунда долзарб муаммолардан бири маҳаллий хом ашёлар асосида нефть газ маҳсулотларини қайта ишлаш учун кимёвий реагентлар олиш бўлиб, бу соҳадаги харажатларни ҳамда чет элдан олиб келинадиган қимматбаҳо реагентлар миқдорини камайтиришдир [1-5].

Бугунги кунда дунё миқёсида автомобил саноатининг асосий ёқилғиси саналган экологик тоза дизел ёқилғиларини ишлаб чиқаришга катта эътибор қаратилмоқда. Дизел ёқилғисининг цетан сони унинг энг муҳим сифат кўрсаткичлардан бири ҳисобланиб, янги авлод двигателлари учун ишлаб чиқаришда цетан сони 51 дан 55 тадан кам бўлмаслиги талаб этилади. Дизел ёқилғиларининг эксплуатацион хусусиятларини яхшилаш юқори самарали присадкалар қўшиш орқали амалга оширилади.

Евро-5 стандарти талабларига жавоб берадиган дизел ёқилғиларини олиш учун таркибдаги ароматик ва нафтен углеводородлар миқдорини камайтириш, нормал парафинлар миқдорини ошириш ҳамда ёқилғининг мойловчанлик хусусиятларини яхшилаш имконини берадиган цетанни оширувчи присадкаларни синтез қилиш муҳим аҳамият касб этади.

Дизель ёқилғилари ишлаб чиқариш бўйича пешқадамлик қилувчи хорижий етакчи компанияларда ёқилғининг цетан сонини оширувчи присадкаларни органик моддалар эфирлари асосида синтез қилиш бўйича турли изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, дизел ёқилғиларининг кимёвий таркиби ва физик-кимёвий хоссаларини таҳлил қилиш; мураккаб эфирлар ёрдамида модификациялаб цетан сонини оширувчи присадкалар олиш; олинган цетан сонини оширувчи присадкани физик-кимёвий, технологик, физик-механик хоссаларини аниқлаш; мавсумий дизел ёқилғилари учун цетан сонини оширувчи присадкаларни синтез қилиш технологиясини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Товар дизел ёқилғиларини тайёрлашда присадкаларни саралашда техник тендер тамойилига мувофиқ амалга оширилади. Шу билан бирга, етакчи хорижий компанияларнинг сўнгги авлод (Kerobrizol EHN, Hitec 4103W, Total RV 100) присадкаларининг энг яхши ишланмалари, шунингдек, ишлаб чиқилган маҳаллий присадкалар қўлланилади. Ушбу ёндашув энг самарали присадкаларни ёки присадкаларнинг оптимал пакетини танлаш имконини беради.

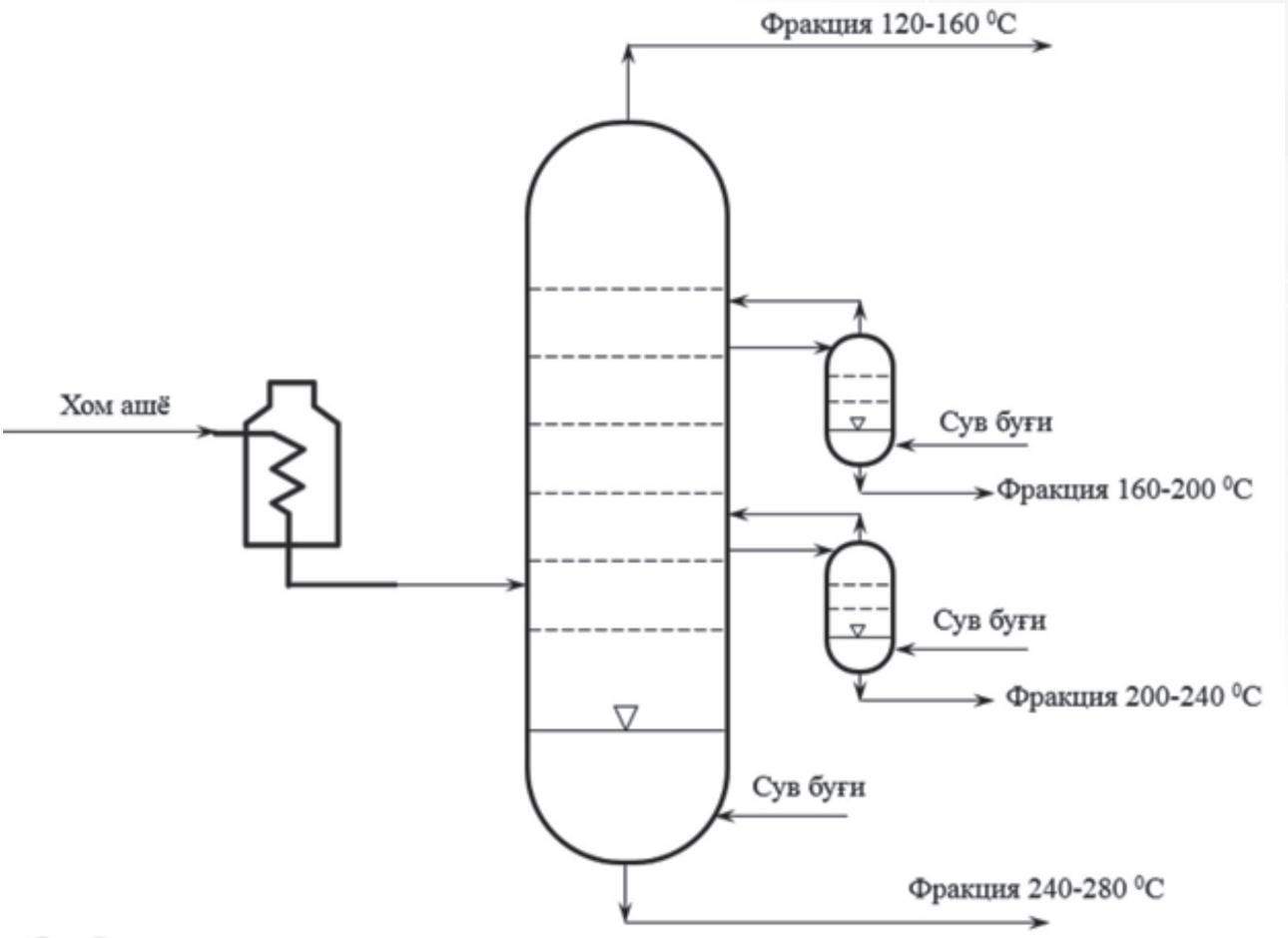
BASF фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган Kerobrisol EHN, Afton Chemical Corporation томонидан ишлаб чиқарилган Hitec 4103W ҳамда Total компанияси томонидан ишлаб чиқарилган RV 100 присадкалари цетанни оширувчи энг самарали присадкалар сифатида эътироф этилади.

Kerobrisol присадкаси қўллашда энг фаол ва барқарор саналиб, унинг фаол компонентлари нитрат кислотани 2-этилгексил эфиридир. Тавсия этилган присадкалар миқдори 200-2000 mg/kg ни ташкил қилади ва бошланғич цетан сонига (присадкасиз ёқилғида) ва эришиш керак бўлган цетан сонига (ЦС) боғлиқ. ГОСТ 305-82 томонидан кўзда тутилган цетан сонини оширувчи 1-нитро-2-этилциклогексан (НЭЦГ) присадкасининг дизел ёқилғисининг сифат кўрсаткичларига таъсири бўйича тадқиқотлар ўтказилди.

1-жадвал

Шўртан газкимё мажмуаси чиқиндисининг физик-кимёвий тавсифи

№	Таркиби	%	$T_{қай}$
1	Циклогексан	40	82-83 (80 °C)
2	Этилциклогексан	25	72
3	Циклодекан	10	182
4	Оралиқ фракция	15	-
5	Юқори ҳароратда қайнайдиган фракция	5	-
6	Қуйи молекулали полиэтилен	5	-
7	Микроэлементлар	(10-4 %):	-
8	Хлоридлар	100	-
9	Ванадий	50	-
10	Титан	50	-
11	Алюминий	30	-



1-расм. ҚМПЭдан центрифугалаш, қуритиш ва суюқ фракцияни ҳайдаш жараёнлари орқали эритувчини ажратиш схемаси

Этилциклогексанни нитролаб НЭЦГ синтез қилиш учун Шўртан газ кимё мажмуасида полимерлаш учун зарур бўлган катализаторли суспензияни тайёрлашда фойдаланиладиган циклогексан эритмаси асосида ҳосил бўладиган қуйи молекулали полиэтилен (ҚМПЭ) саноат чиқиндисидан фойдаланилди.

Полимерлаш қурилмасини сода эритмасида қайнатиб қуйи молекуляр полиэтилендан тозалаб, ажратиб олинган чиқиндисининг таркиби ва физик-кимёвий тавсифи 1-жадвалда келтирилди. Тадқиқотлар чиқинди таркибида ҚМПЭ

2- жадвал.

Алициклик углеводородлар аралашмаси

Хоссаси	Намуна 1	Намуна 2,7-10	Намуна 3	Намуна 4	Намуна 5	Намуна 6	ДЁ ЭКО Л 005-10 аналог хоссаси
Ташқи кўриниши	Сариқ ёки тўқ жигар рангли суюқлик	Тиниқ суюқлик					Сариқ рангли суюқлик
Зичлиги, g/sm^3	0.795	0.770	0.740	0.760	0.770	0.780	0.818
$T_{b.q}$	138	120	120	120	120	120	250
$T_{o.q}$	280	160	130	140	150	160	360

3- жадвал.

Куб қолдиқ хоссаси

Хоссаси	Намуна 1	Намуна 2,7-10	Намуна 3	Намуна 4	Намуна 5	Намуна 6	ДЁ ЭКО Л 005-10 аналог хоссаси
Ташқи кўриниши	Оч сариқ ранги суюқлик	тўқ жигар рангли суюқлик					Сариқ рангли суюқлик
Зичлиги, g⁄sm³	0,801	0.830	0.800	0.800	0.800	0.800	0.818
$T_{b.q}$	120	160	130	140	150	160	250
$T_{o.q}$	280	280	280	280	280	280	360

4-жадвал.

ҚМПЭ чиқиндисини суюқ фракциясининг эритувчи таркиби

№	Намуна	Зичлиги, kg/dm³	Молекуляр массаси	Боғланган сув ҳажми, ml.	Ректификатни компонент таркиби		
					izo-C_5	n-C_5	ΣC_6
					mass,%		
1	Намуна 1	0,776	119,5	йўқ	0,08	0,12	0,26
2	Намуна 2	0,775	119,1	йўқ	0,07	0,10	0,13

дан ташқари турли эритувчилар аралашмасидан таркиб топган суюқ фаза (фракция) ҳам мавжудлигидан дарак беради. ҚМПЭ чиқиндисининг суюқ фракция ва куб қолдиқларининг таркиби ва хоссалари 2,3- жадвалларда келтирилган.

ҚМПЭ центрифугалаш, қуритиш жараёни ва суюқ фракцияни ҳайдаш жараёнларини ўз ичига қамраб олган технологик схемаси 1-расмда келтирилди. Эритувчини ҚМПЭдан центрифугалаш ва тозалашнинг мақбул режимлари аниқланди.

Ушбу натижалардан маълумки, эритувчилар аралашмаси турли органик бирикмалардан таркиб топган бўлиб, улар орасида бутилгексаннинг миқдори (6,62 %) энг катта қийматга эга. Компонентларнинг бундай катта миқдори уларни тоза ҳолда ажратиб олиш ҳам иқтисодий ҳам экологик мақсадга мувофиқ.

ҚМПЭ чиқиндиларининг суюқ фракциясини ёнилғи сифатида қўллаш имкониятлари тадқиқ этилди. Дастлабки тажрибаларда суюқ фракция ёниш хусусиятига эга эканлиги ва ёнганда кўкиш алангаланиши аниқланади. Суюқ фракцияни тозалаш амалга оширилди. Бунинг учун биричи босқичда центрифугалаш усулида (20 дақ. ва 3000 айл/дақ) қаттиқ фракция ажратиб олинди. Тозаланган суюқ фракция таркибида ҚМПЭ қолдиқлари мавжуд. Тўлиқ тозалаш учун у фильтрланади. Шу таркибда тозаланган фракция АИЛ ШГКМ га тажриба ўтказиш учун етказиб бе-

5-жадвал.

Ёқилғи суюқ фракция хоссаси

Кўрсаткичлар номланиши	Намуна 1	ДЁ ЭКО Л 005-10 аналог хоссаси
Зичлиги, g⁄sm³	0.795	0.818
Бошланғич қайнаш ҳарорати, $T_{b.q}$,°C	138	250
Қайнаш ҳарорати охири, $T_{b.q}$,°C	280	360

6-жадвал

№	Кўрсаткичлар номланиши	Қиймати
1	Сув миқдори, %	0
2	Хлорли тузлар миқдори, мг/дм^3	9,4
3	Кислоталиги, мг КОН/100 мл	22,2
4	Механик аралашмалар миқдори, %	0,018
5	Мис пластика коррозияланиши	1 а синф
6	Меркаптанли олтингугурт миқдори,%	0,0003
7	Умумий олтингугурт миқдори, %	0,032
8	ASTMD 3241 бўйича термооксидланишга барқарорлик	1

рилди. Олинган натижалар 5-жадвалда келтирилган.

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, чиқиндининг суюқ фракцияни кўрсатилган кўрсатгичлар бўйича ДТ ЭКОЛ 005-10 русумли дизел ёқилси қўрсатгичларидан қолишмайди.

Центрифугалашдан сўнг қолган суюқ фазани ажратиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилди. Бунинг учун оддий ҳайдаш усулидан қўлланилди. Суюқ фаза 120-280 ^{0}C ҳароратларда ҳайдалди. Натижада чиқиндининг суюқ қисми 2 та фракцияларга бўлинди:

1) Қайнаш ҳарорати 120-240 ^{0}C зичлиги 0,78г/см^3 га тенг бўлган, ташқи кўриниши тиниқ (шаффоф) суюқлик паст қайнайдиган фракция.

2) Қайнаш ҳарорати 240-280 ^{0}C, зичлиги 0,83 г/см^3 га тенг бўлган, ташқи кўриниши тўқ жигар рангли куб қолдиқлари.

Қуйидаги 6-жадвалда таркиби асосан этилциклогександан таркиб топган қайнаш ҳарорати 120-240 ^{0}C ни ташкил этган фракциянинг хоссалари келтирилган.

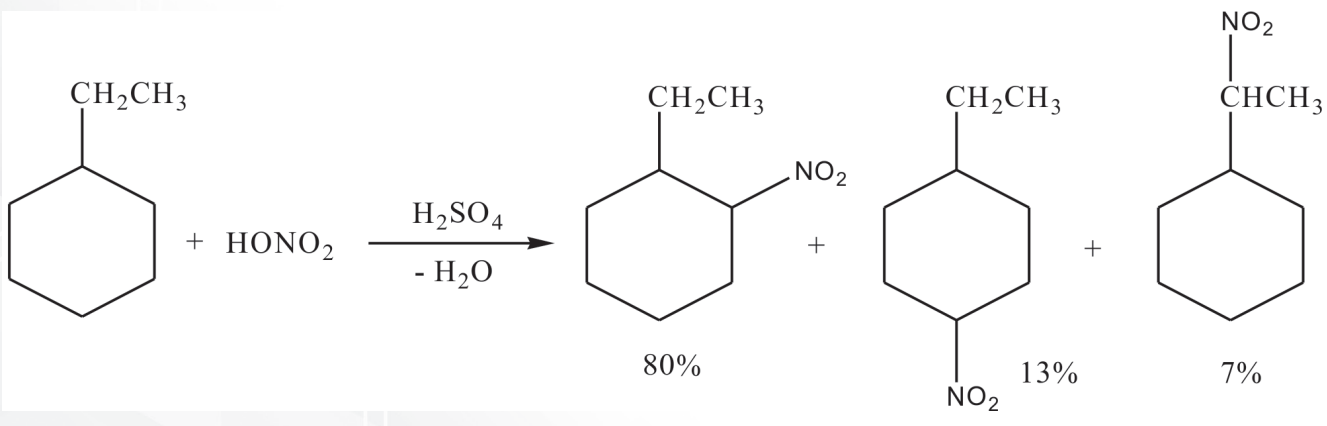
Этилциклогексанни нитролаш қуйидаги схемада тасвирланган реакция асосида амалга оширилди. Тадқиқот натижалари 7-жадвалда келтирилди.

7-жадвалдан кўриниб турибдики, ўрганилаётган концентрация оралиғида дизел ёқилғиси таркибига НЭЦГ присадкаси киритилганда ЦС нинг 51 дан 53 бирликгача кўтарилиши, кинематик ёпишқоқлик, қотиш ва лойқаланиш ҳароратининг сезиларли даражада ортиши кузатилди.

Олтингугурт миқдори ва зичлиги дизел ёқилғиси таркибидаги присадканинг кўпайиши билан едрилириш доғининг диаметри (ЕДД) 873 дан 951 микронгача (9 %) га ортди. Ўрганилаётган сифат кўрсаткичларида кўриб чиқилган концентрация оралиғида рухсат этилган ГОСТ меъёрларидан ортиқ ўзгаришлар кузатилмайди.

Hitec 4103W русумли хорижий присадканинг физик-кимёвий хусусиятларини ўрганиш шуни кўрсатдики, унинг таркибида присадкаларни ўз ичига олган дизел ёқилғисининг сифат кўрсаткичлари қиймати бироз ошганлиги кузатилди.

Тажриба натижаларидан аниқландики, Hitec 4103W присадкаси ўрганилаётган концентра-



7-жадвал.

НЭЦГ присадкасининг дизел ёқилғиси сифати кўрсаткичларига таъсири

Кўрсатгич номи	ГОСТ 305-82 бўйича норма	ДЁ таркибидаги присадка индекс қиймати			
		0 %	0,05 %	0,1%	0,5 %
Цетан сони	45 дан кам эмас	51,0	52,0	52,4	53,0
Кинематик қовушқоқлиги 20 °С да, mm^2/s	3,0-6,0	3,7	3,9	3,9	3,9
Қотиш ҳарорати, °С	10 дан юқори эмас	-14	-14	-14	-14
Лойқаланиш ҳарорати, °С	5 дан юқори эмас	-6	-6	-6	-6
Водород сульфид миқдори, % mass.	0,2 дан ортиқ эмас	0,07	0,08	0,08	0,08
Зичлиги 20 °С да, kg/m^3	860 дан ортиқ эмас	829	831	831	831
ЕДД (ЧШМ да 100Н ва 20 °С), mkm		811	873	879	951

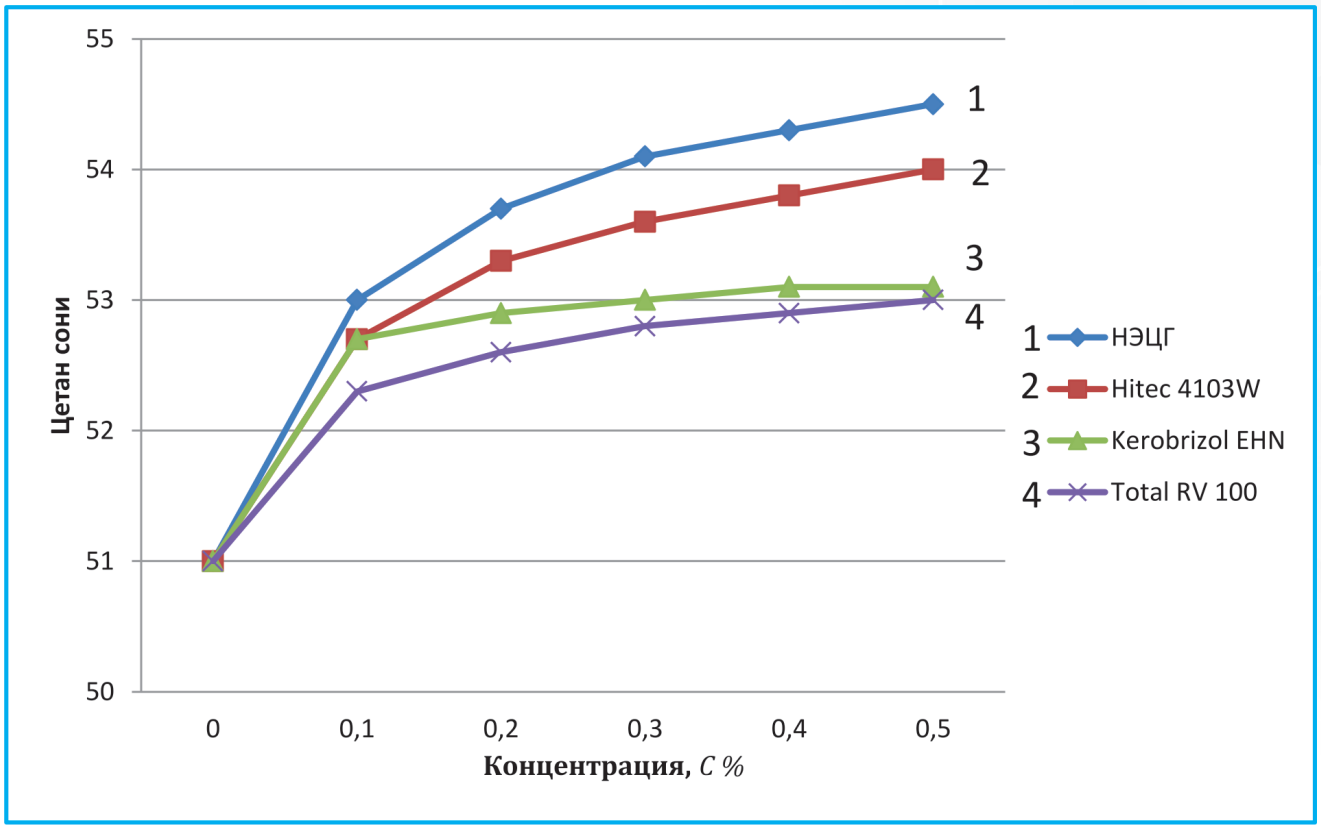
ция оралиғида дизел ёқилғиси таркибига киритилганда, цетан сони 51 дан 54 бирликгача кўтарилди, кинематик ёпишқоқлик, қотиш ҳарорати ва эскириш доғи диаметри сезиларли даражада ўзгаради, олтингугурт миқдори ва зичлиги дизел ёқилғиси таркибидаги присадкалар миқдори ортиши билан едирилиш доғи диаметри (ЕДД) 838 дан 910 мкм гача (8,6 % га) ошади.

Дизел ёқилғисининг цетан сонини ошириш учун фаол компоненти 2-этил-гексилнитрат бўлган Total RV100 цетан яхшилаш присадкаси ишлатилади. Присадканинг тавсия этилган дозаси 200-2000 мг/кг ни ташкил қилади. RV100 Total присадкаси таркибининг кўпайиши билан кинематик қовушқоқлик, зичлик ва олтингугурт миқдорининг бироз ошиши кузатилади (2-расм).

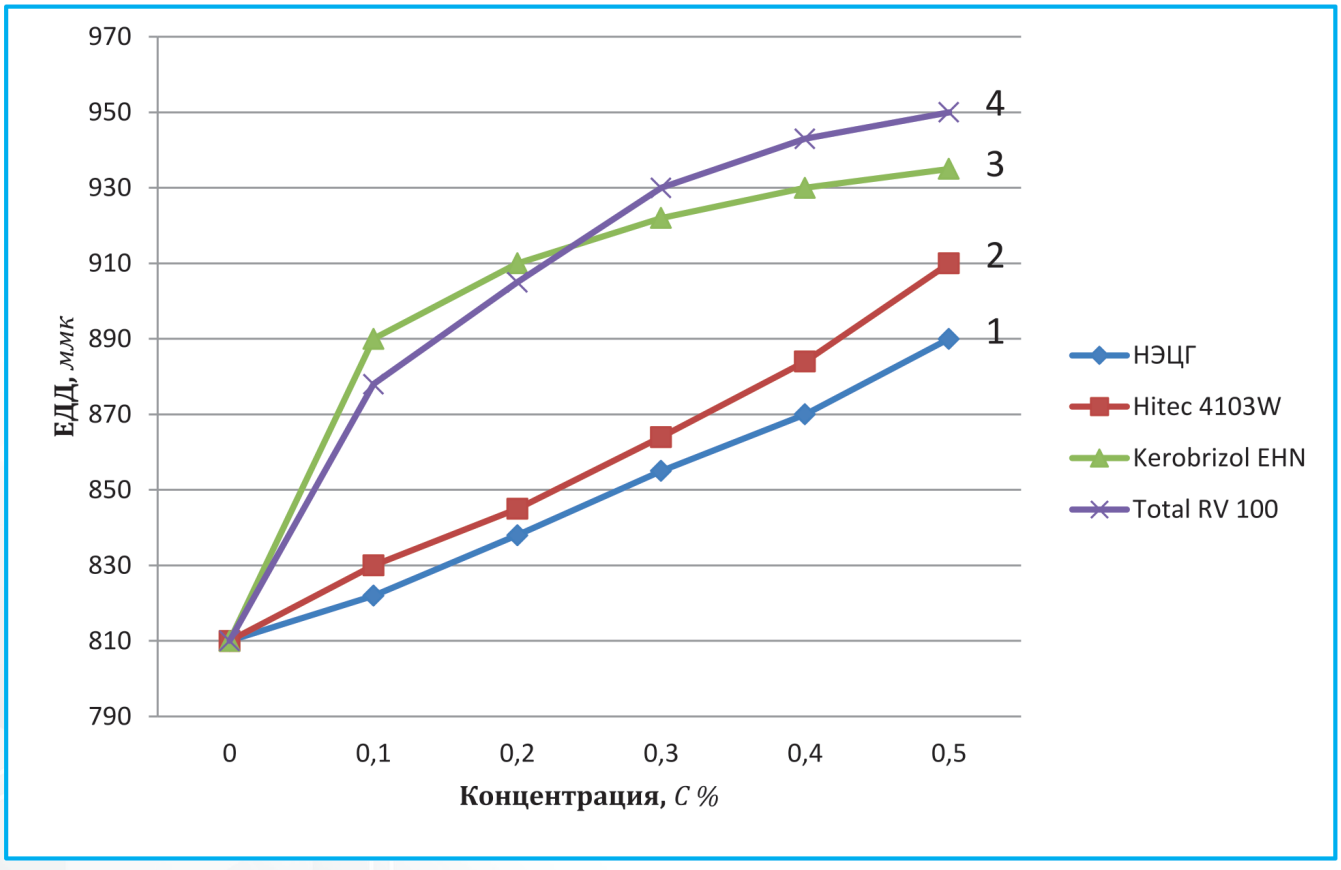
Ўрганилаётган концентрация оралиғидаги лойқаланиш ҳарорати деярли ўзгармайди. RV100 присадкасининг кўпайиши билан цетан сони 53 бирликгача (2 балл билан) 0,5 % ҳажмли присадкалар билан едириш доғи диаметри 860 дан 935 микронгача (15,0 % га) ошади. Присадка RV100 жами ўрганилган концент-рациялар диапазонидаги сифат кўрсаткичларига: кинематик қовушқоқлик, қотиш ва лойқаланиш ҳарорати, олтингугурт миқдори ва зичлигига сезиларли таъсир кўрсатмайди. Дизел ёқилғиси намунасининг цетан сонининг ўрганилаётган присадкалар концентрациясига боғлиқлиги 1-расмда келтирилди.

2-расмдан кўриниб турибдики, дизел ёқилғиси намунасига 1-нитро-2-этилциклогексан (НЭЦГ), Hitec 4103W, Total RV 100 Тотал RV100 присадкалари қўшилганда цетан сонининг ортиши кузатилди. НЭЦГ присадкаси цетан сонига энг катта ва Hitec 4103W энг кам таъсир кўрсатди. Ушбу присадкаларнинг дизел ёқилғиларининг мойлаш хусусиятларига таъсири бўйича тадқиқотлар олиб борилди. Ёқилғи композицияларининг мойлаш хусусиятлари ГОСТ 28549.90-75 «Суюқ ва пластик мойлаш материаллари. Тўрт шарли машинада (ТШМ) мойлаш хусусиятларини аниқлаш усули» бўйича аниқланди.

Ушбу усулга кўра, ўрта дистилланган ёқилғи учун мойлаш кўрсаткичлари ЕДД, пайвандлаш юки ва критик юкдир. Ёқилғи композицияларининг мойлашини ўрганишда қуйидаги шартлар қабул қилинди: қўлланиладиган юк 100 Н, синов вақти 60 мин, ҳарорат 20 °С. Мойлаш мезони электрон микроскопда 0,01 мм аниқлик билан 25 баравар катталаштириш билан эскириш доғи йўналиши бўйича ва унга перпендикуляр бўлган учта пастки тўпнинг ҳар бирининг едирилиш доғи нуқталари диаметрларининг ўртача қиймати ҳисобланади. Дизел ёқилғисининг цетан сонини оширувчи присадкалар концен-



2-расм. Дизел ёқилғиси таркибидаги присадкалар концентрациясининг цетан сонига боғлиқлиги



3-расм. Дизел ёқилғисининг цетан сонини оширувчи присадкалар концентрациясининг ЕДД га таъсири

трациясининг ЕДД га таъсири 3-расмда тасвирланган.

3-расмдан кўриниб турибдики, барча ўрганилаётган присадкаларнинг дизел ёқилғиси таркибига киритилиши ЕДД нинг ошишига, яъни унинг мойланиш қоблиятининг ёмонлашишига олиб келади. ЕДД нинг максимал камайиши дизел ёқилғиси таркибига НЭЦГ присадкасининг киритилиши билан боғлиқ (0,5 % ҳажмда 17,3% га). Hitec 4103W присадкаси мойлаш қобилиятига энг кам салбий таъсир кўрсатади (0,5 % ҳажмда ЭДД нинг 12,2 % га ўсиши) [6-9].

Ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, 1-нитро-2-этилциклогексан (НЭЦГ) присадкасидан фойдаланганда цетан сонининг юқори қийматга (54,5) ўсиши ва ЕДД нинг минимал пасайиши (890 мм) кузатилди.

АДАБИЁТЛАР

1. Данилов, А. М. Применение присадок в топливах для автомобилей: справ. изд. / А.М. Данилов. – Москва: Химия, 2000. – 232 с.

2. S.M.Turobjonov, H.S.Fozilov, B.A.Mavlonov, S.A.G‘aybullaev, S.F.Fozilov. Quyi molekulali polietilendan dizel yoqilg‘ilari uchun moylovchi prisadkalar olish texnologiyasini ishlab chiqish. “O‘zbekiston neft va gaz” Ilmiy-texnika jurnali. 2/2023. 47-52 b.

3. Раббимов Ж.Ш., Фозилов С.Ф., Мавланов Б.А.Шўртангаз кимё мажмуаси иккиламчи хомашёсидан олинган 1-нитро-2-этилциклогексанни дизел ёқилғилари цетан сонини оширувчи присадка сифатида қўллаш. «Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари» Халқаро илмий-амалий анжумани материаллари. Қарши.2023-йил, 20-октябр.146-148 б.

4. Митусова Т. Н., Полина Е. В., Калинина М. В. Современные дизельные топлива и присадки к ним. – М.: Изд_во «Техника», 2002.– 64 с.

5. Данилов А. М. Присадки к топливам // Химия и технология топлив и масел. – 2007. – № 2. – С. 47–56.

6. Fozilov H.S., Turobjonov S.M., G‘aybullayev S.A. Dizel yoqilg‘isining moylovchanlik xususiyatlariga o‘simlik moylarining ta’siri. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий–техникавий журнал №4/2023. 8-15 b.

7. Данилов, А. М. Разработка и применение присадок к топливам в 2006-2010 гг.: аналитический обзор / А.М. Данилов // Химия и технология топлив и масел: научно-технический журнал. – Москва, 2011. – № 6. – С. 41-45.

8. Fozilov H.S., Turabdjanov S.M., Rajabov R.N. Obtaining higher fatty alcohols from industrial waste, and their application as lubricating additives for diesel fuels. “O‘zbekiston neft va gaz” Ilmiy-texnika jurnali. 2/2022. 41-45 b.

9. Фозилов С.Ф. Полимер чиқиндилардан дизель ёқилғилари учун тургунлаштирувчи қўндирмалар олиш технологиясини яратиш. Автореф. доктор. дисс. Тошкент-2017. 68 б.

UDC: 665.754

STUDY OF THE SYNTHESIS OF HETEROPOLYMERS THAT INCREASE THE STABILITY OF SIDEMATIZATION OF LUBRICANTS AND DIESEL FUEL AND THE MECHANISM OF THE EFFECT

Sh.B.Mavlonov
Bukhara Engineering - Technological Institute – Bukhara, Uzbekistan.

ABSTRACT

The article examines the synthesis of hetero-copolymers based on alkyl methacrylates and sterol and the effect of external environment on them. Also, the kinetics of the copolymers and their influence on the depressor, i.e., sedimentation stability of gasoline and diesel fuels were studied. The copolymers synthesized on the basis of the obtained alkyl methacrylates were structurally analyzed by modern physicochemical methods. Mechanisms of depressor and dispersant action of copolymers were analyzed and conclusions were drawn.

KEYWORDS: winter diesel fuel, lubricants, hydrotreated diesel fuel, limiting filtration temperature, pour point depressant, dodecyl methacrylate, higher fatty alcohols, styrene, spectroscopy.

Introduction: Rational use of fuel and lubricants, improvement of their quality and expansion of resources are the main tasks of modern oil refining and petrochemical synthesis industry. Currently, an important solution to this problem is to strengthen the requirements for the quality indicators of commodity oil products. In the modern economy, one of the urgent problems is to constantly increase production efficiency along with improving product quality and environmental safety. [1] Also, in order to improve the physico-chemical and sedimentation properties of fuel and diesel fuel, it is important to synthesize polymers and copolymers and obtain compositions based on them using the raw materials available in our republic. [2]

Materials and metods. The reaction was carried out in a three-necked flask equipped with a stirrer and a thermometer. 14.4 g of methacrylate acid and 27.4 g of C_8-C_{10} synthetic fatty alcohol were added to the flask in a 1:1 ratio. The mixture was added dropwise with 2.5 ml of 80% sulfuric acid while slowly heating. The reaction mixture in the flask was heated and stirred at 80 °C for 3 h at atmospheric pressure. Then the reaction mixture was cooled to 20-25 °C at room temperature. After the reaction was completed, a concentrated solution of sodium carbonate was used to neutralize the unreacted acrylic acid. During the neutralization process, a concentrated solution of sodium carbonate was added to the ether portion of the mixture, stirring the liquid slowly with a glass rod until the blue litmus paper dipped into the ether turned red. As a result of the release of carbon dioxide gas in the mixture, foam was formed in the mixture. The resulting complex ether was separated from the lower aqueous layer using a Buchner funnel and filtered through porous filter paper. After filtering, complex ester of acrylic acid containing 37.202 g was formed, the yield of the reaction was calculated. The molar ratio of monomers to copolymerization yield and molecular mass, and temperature were studied and presented in the figures below.

The influence of the amount of styrene and the initiator on the kinetics of the copolymer was studied when the ratio of dodecyl methacrylate and styrene monomers was 9:1 when the temperature was 60-85 °C.

In this case, both constants of copolymerization are equal to $r_1<1$, $r_2>1$, in which the rate of reaction

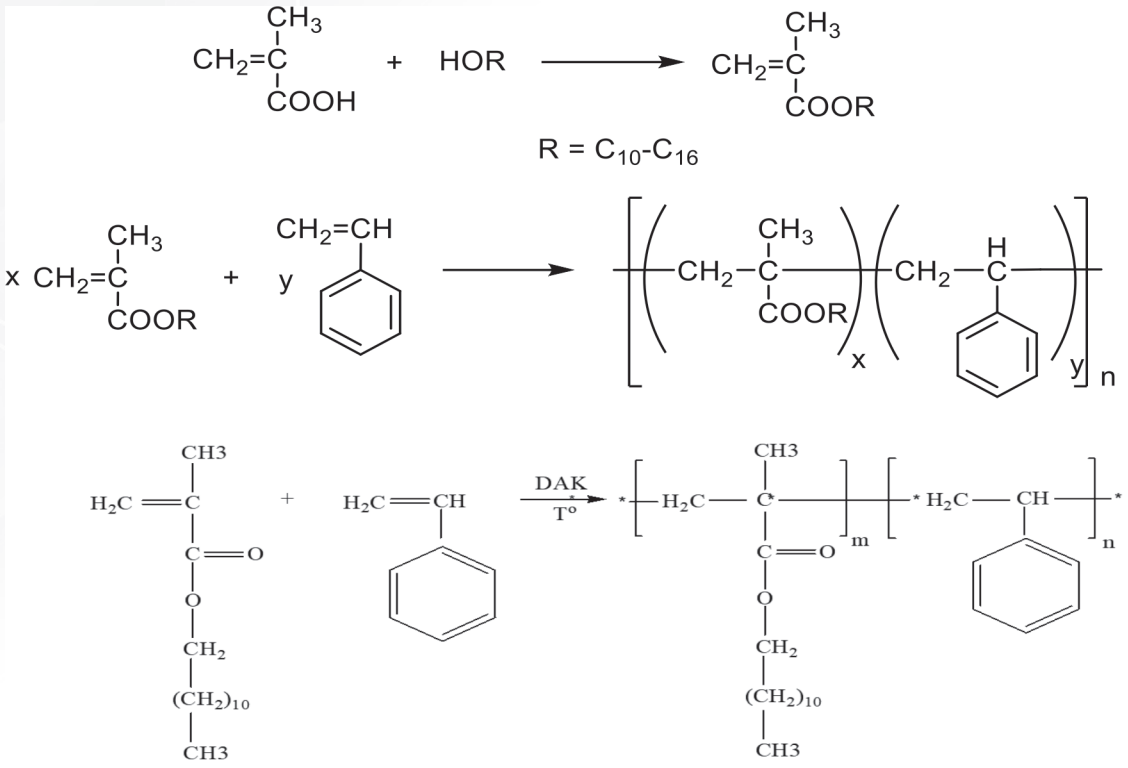


Figure 1. Copolymer formation reaction

Table 1

Description of copolymerization in solution with dodecyl methacrylate and styrene (solvent p-xylene, initiator AINB=5.10-3 mol/l, T=80 °C, reaction duration 120 minutes)

Composition of the initial mixture, % mol		The amount of ether group, 10^2%	Copolymer content, % mol		By molecular mass, M_n ether number
M_1	M_2		m1	m2	
10	90	0,6688	5,00	95,00	838,82
20	80	0,6469	11,00	89,00	867,21
30	70	0,6155	19,00	81,00	911,45
40	60	0,5673	30,00	70,00	988,89
50	50	0,5331	37,00	63,00	1052,33
60	40	0,4787	47,00	53,00	1171,92
70	30	0,4097	58,00	42,00	1369,29
80	20	0,3287	69,00	31,00	1706,72
90	10	0,2027	83,00	7,00	2767,63

increases with the increase of methyl acrylate concentration, the macroradical ending with the methyl acrylate link, the yield of copolymers carried out up to 180 minutes increases from the initial 51.8 to 78.4%, temperature and increasing from 54.3 to 86.3% with increasing amount of initiator was found during research.

The effect of temperature and initiator on copolymer yield and molecular mass shows that changing the reaction time from 75 ^{0}C to 80 ^{0}C in 60 minutes led to a decrease in copolymer molar mass.

It was explained that DDMA is more active than macroradical. Radical graft copolymerization of ST with DDMA in a ratio of 9:1, 1:1 at a temperature of 333-353 K, the initiator is dinitrile of diazoisomoic acid (DAK) (0.3-0.7%), the amount of polypropylene in the copolymer is 50% and the

Table 2

Dependence of the composition of the initial mixture of dodecyl methacrylate and styrene on the copolymer composition (solvent n-xylene, initiator AINB 5.10-3 mol/l, T=80 °C, reaction duration 180 minutes)

Composition of the initial mixture, % mol		The amount of ether group, 10^2%	Copolymer content, % mol		By molecular mass, M_n ether number
M_1	M_2		m_1	m_2	
10	90	0,6250	3,00	97,00	897,60
20	80	0,5987	7,00	93,00	937,03
30	70	0,5748	13,00	87,00	975,99
40	60	0,5410	21,00	79,00	1036,95
50	50	0,5000	30,00	70,00	1108,69
60	40	0,4500	40,00	56,00	1246,66
70	30	0,3888	51,00	49,00	1442,90
80	20	0,3202	62,00	38,00	1752,03
90	10	0,2195	76,00	24,00	2555,81

Table-3

Effect of temperature and initiator on DDMA and ST copolymerization reaction (reaction duration 120-180 minutes)

Copolymerization conditions			Classification of copolymers		
Temperature °C	**ST amount %**	**(AINB) amount of initiator %**	**Copolymer yield % (60 min)**	**Copolymer yield % (120 min)**	**Copolymer yield % (180 min)**
60	50	0,3	51,8	65,2	78,4
65		0,4	52,4	68,1	79,8
70		0,5	53,7	70,4	81,2
75		0,6	56,1	73,8	83,7
80		0,7	54,3	74,5	86,3

solvent p-xylene the effect on the copolymer yield in the environment was studied in the unit of time and the obtained results in 120-180 minutes are presented in the following tables.

In the course of our research, the effect of increasing the amount of polypropylene in the initial mixture of monomers in the copolymer to 80%, the temperature 60-80 °C, the amount of the initiator in the range of 0.3-0.7 %, and the effect on the yield and molecular weight of the copolymer were studied.

We can see that the molecular weight of the copolymer increases from 4827.12 to 6404.29 g/mol when the copolymerization reaction is carried out from 60 minutes to 180 minutes when the ratio of polypropylene and methyl acrylate is 4:1 in the initial mixture of monomers in the copolymer. The effect of temperature and initiator on copolymer yield and molecular mass showed that (reaction duration 60-180 minutes) temperature change from 60 °C to 80 °C increased the yield of copolymer, at the same time temperature from 70 °C and initiator 0.5 The increase of % resulted in a significant decrease in the results of the molecular mass. In this case, there is a possibility of formation of a complex between Lsuis bases type solvents during copolymerization with DDMA and ST. When the process is carried out with the presence of an initiator (DAK), the mutual copolymerization constants of DDMA and ST change, as well as

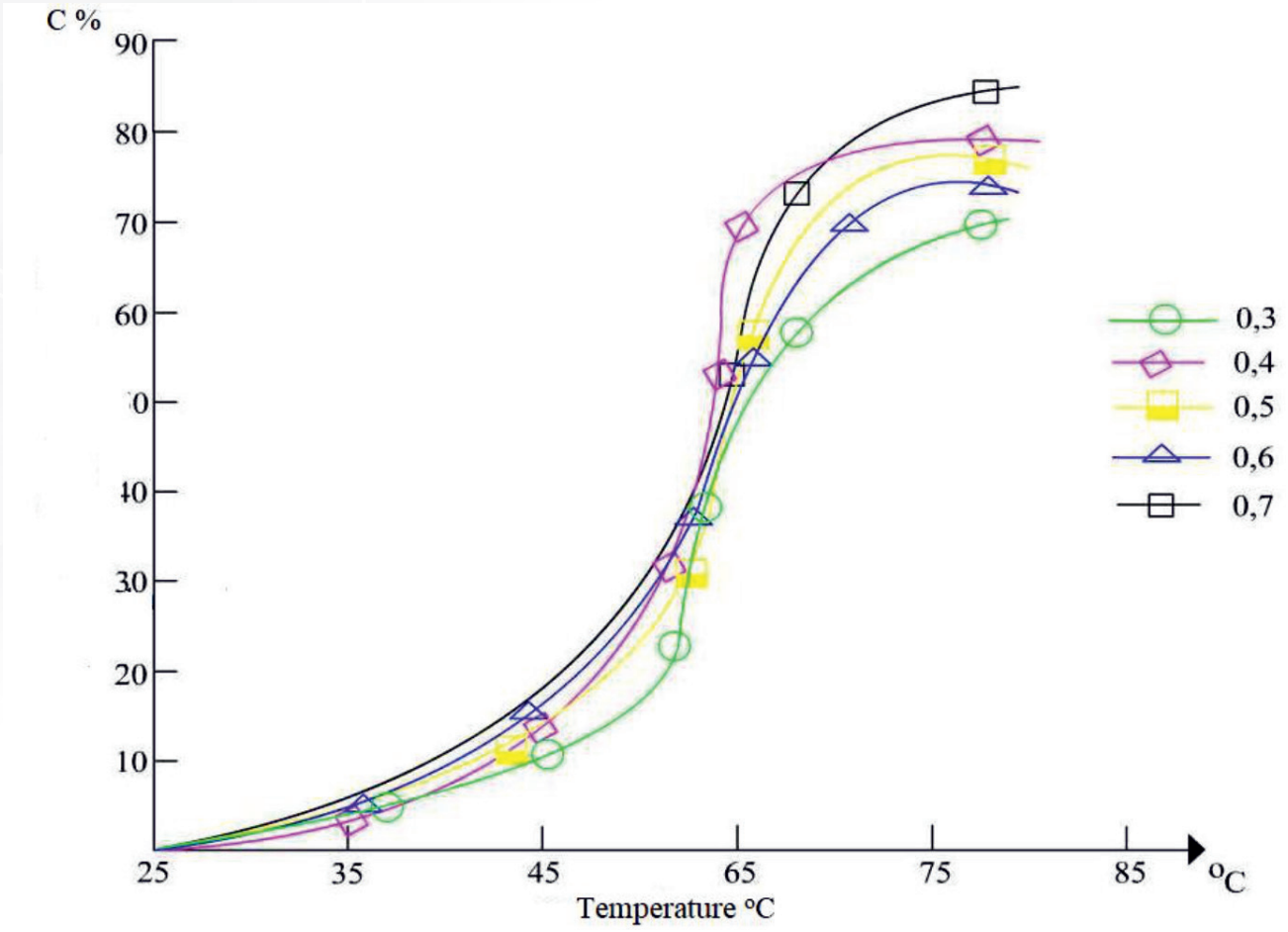


Figure 2. Effect of changing temperature and initiator consumption on DD and ST copolymerization reaction (ST 50%, reaction duration 180 minutes)

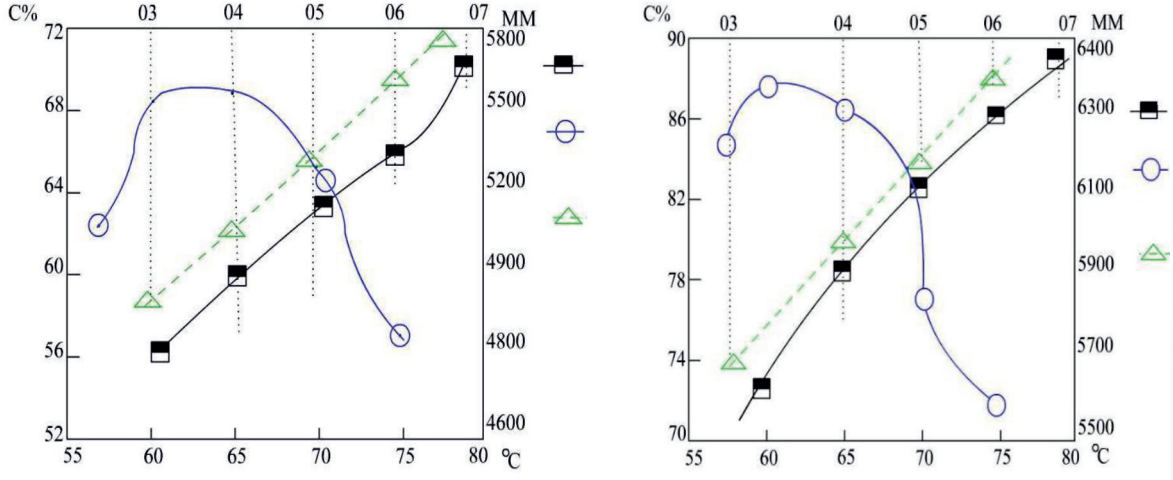


Figure 3. Effect of temperature and initiator on copolymer yield and molecular mass (DDMA 80%, reaction duration 120 - 180 minutes)

the values of r_1 and r_2 in the copolymerization of polypropylene with methacrylate are explained by the increase in the p-acid of the benzene hydrocarbon series.

Results. Synthesized copolymers were analyzed by IR IRAffinity-1S FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTRO-PHOTOMETER (SHIMADZU) and NMR spectroscopic methods, and the results are presented in the following figures.

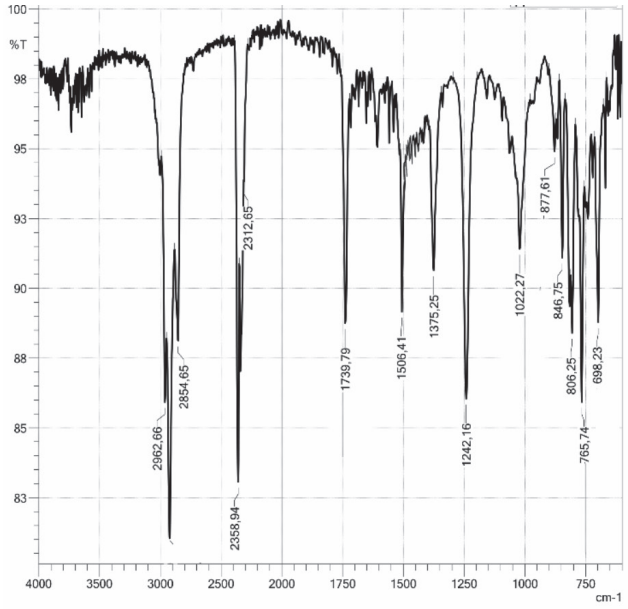


Figure 4. IR spectrum of DDMA and ST copolymer (9:1).

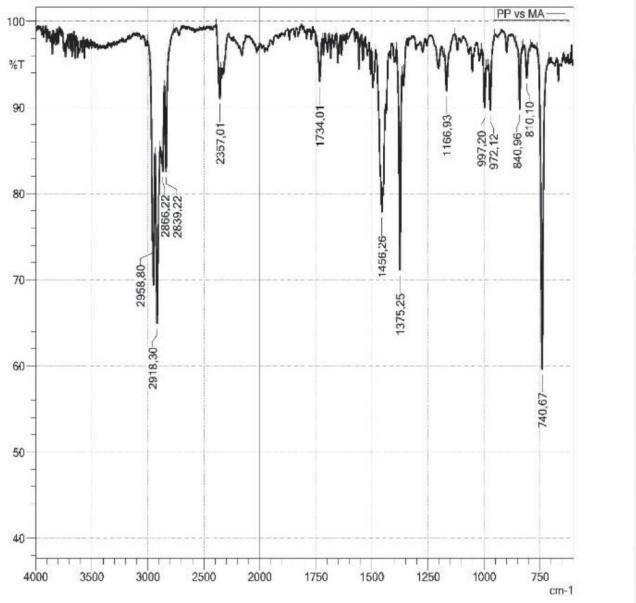


Figure 5. IR spectrum of DDMA and ST (1:1) copolymer

Absorption peaks of copolymers based on alkyl methacrylate and styrene with a monomer ratio of 9:1 and 1:1 can be seen in the following spectra. In the spectra, the absorption region of 698.23-765.74 cm^{-1} is due to vibrations of the sp3 hybridized alkyl group CH_2, 877.91-1022, 27 cm^{-1} of the benzene ring, 1242.26 cm^{-1} is the valence vibration frequency of the complex ether group, which has a very strong intensity. 1739.79 cm^{-1} of carbonyl group and 3000.00 cm^{-1} of sp3 hybridized CH_3-C- belong to valence vibrations [3].

The main properties of NMR spectra: chemical shift, spin-spin constant, interactions, integral, signal intensity. Below, the NMR spectra of methacrylate and methacrylic acid copolymers with polypropylene were studied and presented.

As can be seen in the spectrum, in both spectra, the triplet signal of the proton atom in the -CH_3 0.91 ppm area of the polypropylene main chain in the copolymer, and the doublet-doublet signal of the proton atom in the -CH_2- 1.31 ppm area, (-CH_2-)x 0, 92 ppm, CH 1.60 ppm proton atom

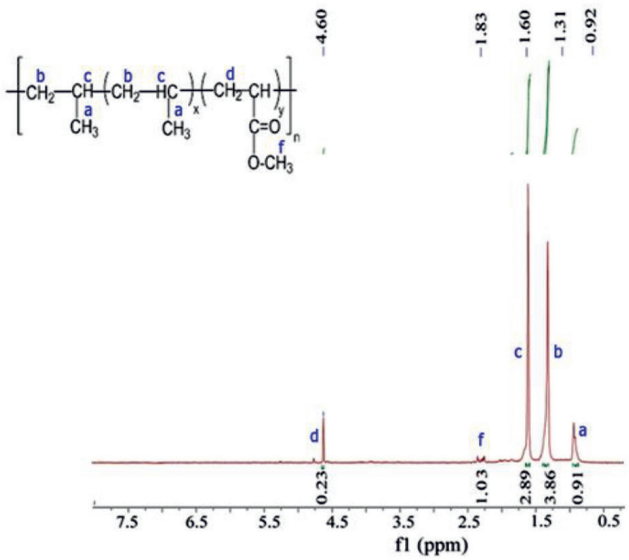


Figure 6. NMR spectrum of DDMA and ST copolymer in 9:1 ratio

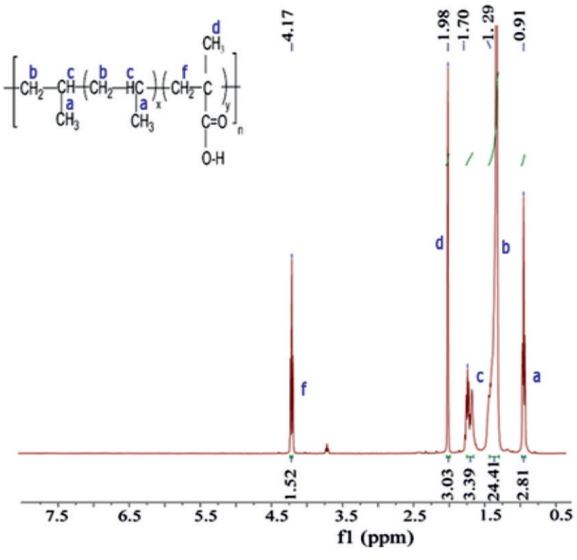


Fig. 7. NMR spectrum of DDMA and ST copolymer in 1:1 ratio

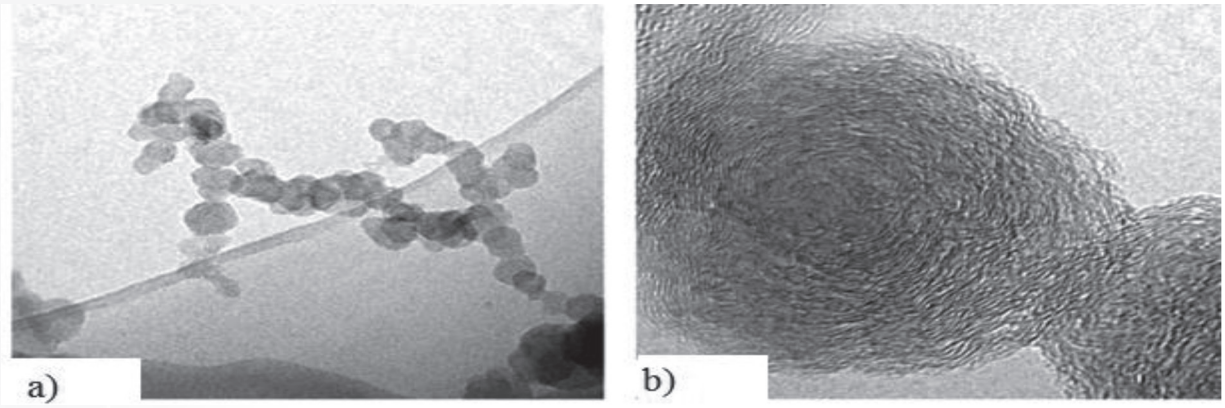


Figure 8. DDMA and ST + DF display in 9:1 ratio at -5 °C

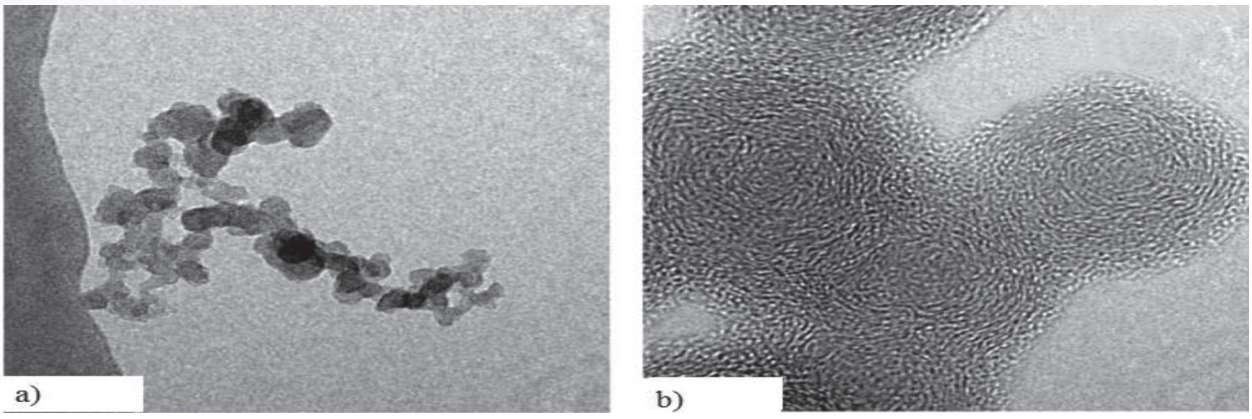


Figure 9. DDMA and ST + DF display in 9:1 ratio at -15 °C

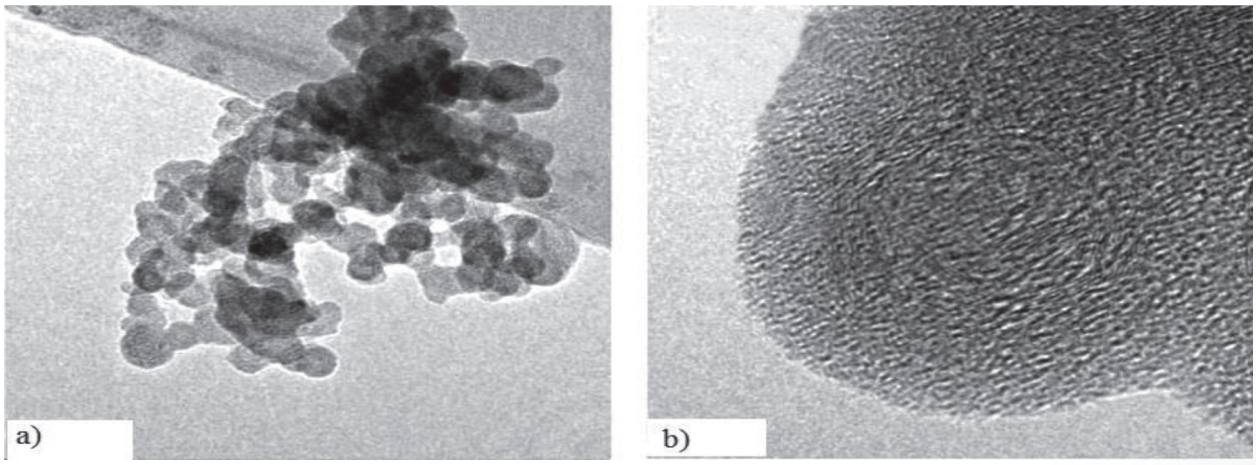


Figure 10. View of PP and MA + DF in 4:1 ratio at -25 °C

singlet signal, $-CH_3$ 3.03 ppm attached to the methacrylate group attached to polypropylene azo chain $-CH_3$ 3.03 ppm, $-CH_2$ attached to OCO group, 6.12 ppm -CH- 1.83 ppm signal was observed in the fields.

As can be seen in the spectrum, in both spectra, the triplet signal of the proton atom in the $-CH_3$ 0.91 ppm area of the polypropylene main chain in the copolymer, and the doublet-doublet signal of the proton atom in the $-CH_2-$ 1.31 ppm area, $(-CH_2-)$x 0, 92 ppm, CH 1.60 ppm proton atom singlet signal, $-CH_3$ 3.03 ppm attached to the methacrylate group attached to polypropylene azo chain $-CH_3$ 3.03 ppm, $-CH_2$ attached to OCO group, 6.12 ppm -CH- 1.83 ppm signal was observed in the fields.

The effect of copolymers on paraffin hydrocarbons was studied using SEM in the temperature range

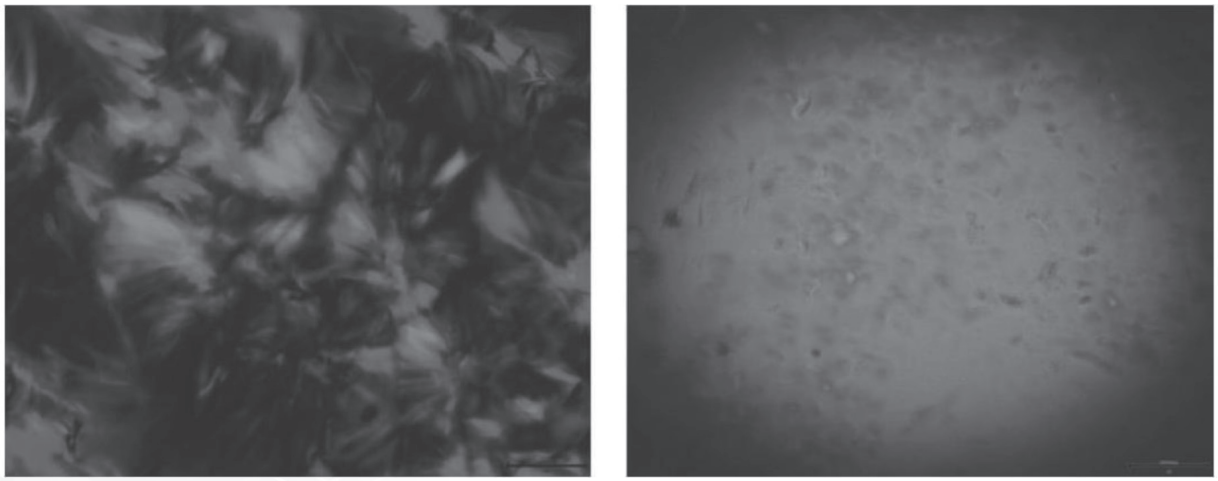
from -5° to -25 °C. The loss of fluid mobility is usually associated with the crystallization of paraffins, forming crystals consisting of large-sized concretions of microcrystals (Fig. 8 a). As a result of paraffin crystallization, fuel and diesel fuel separate into layers and deposits form on the walls of the pipes (Fig. 8 b), fuel filters are clogged, and as a result, the filter pumps fail [4]. Microscopic images of diesel fuel with 4000 ppm PP and MA in the temperature range from -5 °C to -25 °C are presented in the following pictures. Mechanisms of action of depressants are related to their paraffin hydrocarbon effect.

A characteristic structural feature of macromolecules of depressor prisadkas (modifiers of paraffin crystals) is long linear saturated hydrocarbon chains and polar functional groups or branched hydrocarbon compounds.

Results presented in part a) of the above picture (50 nm), and part b (5 nm) are detailed microscopic views. As can be seen from the picture, it shows that diesel fuel particles consist of spherical primary particles. As a result of electrostatic interaction, they collide with each other and combine to form chain-like and branched agglomerate structures. The structure of primary particles in diesel fuel with a -5 °C charge is less likely to merge with each other, showing a clear and regular chain-like structure. In -15 °C diesel fuel, the primary particles are stacked on top of each other in centers that do not have precision and have a more solid chain-like structure. In Fig. 10, the chain-like particle structures of diesel fuel with a temperature of -25 °C are connected with each other. The paraffin molecules are close to each other and connected to each other, and the primary particle becomes a crystal agglomerate structure, and the stable weak paraffin crystals are formed in the center of the core, and the long-chain alkyl group among them acts as an inhibitor of crystal growth. and the effective interaction between n-alkanes changed the crystallization habit of the crystals, and polar monomers (containing DDMA long chain and oxygen atoms) were attached to the surface of the crystals, preventing the crystal cross-linking does.

Discussion. It can be concluded that the copolymer particles belong to the category of long-chain saturated hydrocarbons containing sp^3 hybridized SN_2 group, oxygen polar functional compounds and compounds containing SN_3 methyl group. As a result of the research analysis, i.e. when diesel fuel with and without additives is observed under a microscope, it can be concluded that the sp^3 hybridized SN_2 radical group in the copolymer is more similar to the n-paraffins in the diesel fuel, and it can be concluded that coordination is observed on the surface of the paraffin hydrocarbon nuclei. The reason is that n-paraffins are not allowed to grow together in cold conditions. The function of the functional groups contained in the copolymer primer is to prevent the growth of paraffin crystals by creating a charge.

Therefore, in cold conditions, n-paraffin crystals in diesel fuel start at a lower temperature. As a



a) without additives DF b) with additives DF

Figure 11. BX41-P OLYPUS Polarizing Microscope Appearance of Paraffin Crystals in Unplugged and Plugged Diesel Fuel.

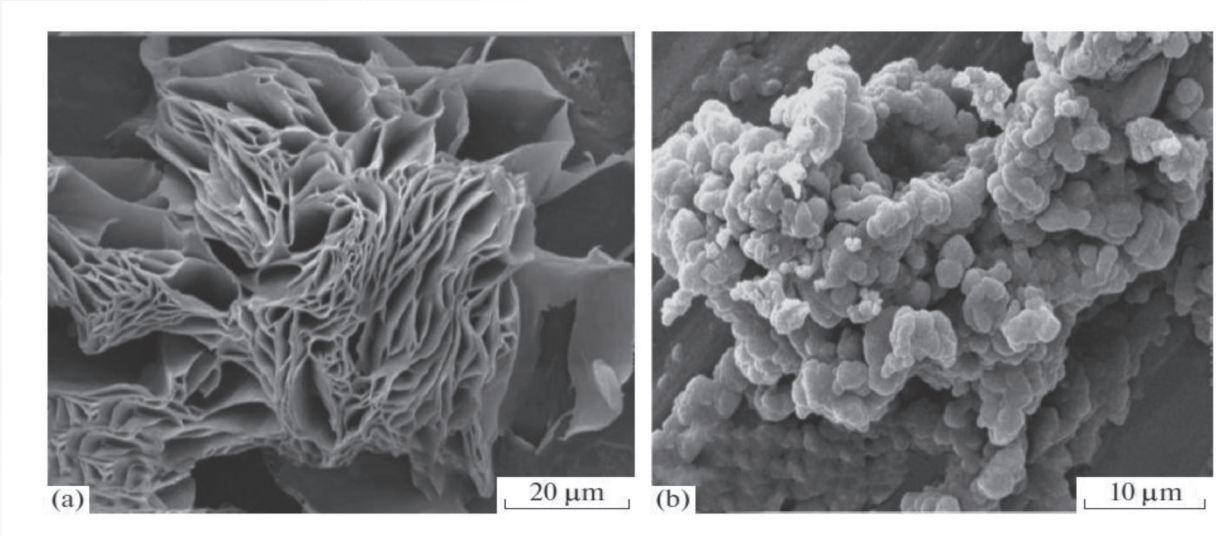


Figure 12. Appearance of diesel fuel crystals without (a) and with (b) a plug using Chem D software.

result, the stable form of paraffin crystals is small crystals.

The depressor pad plays an important role in preventing and lowering the filtration threshold temperature by reducing crystal viscosity.

Thus, in the absence of depressor additives in hydrotreated diesel fuel, n-paraffin hydrocarbons crystallize with the formation of plate-shaped agglomerate crystals. Addition of a depressor plug to diesel fuel under cold conditions results in dispersion of n-paraffin hydrocarbons (Figure 12). At the same time, the saturated long alkyl chain hydrocarbons in the copolymer can adsorb paraffin hydrocarbons, block the extensive growth of paraffin matrixes, and reduce the possibility of forming three-dimensional spatial networks by stopping the coalescence forces between the crystals. .

Thus, when studying the effect of DDMA and ST-based additives on the low-temperature properties

Table-4

Effect of DDMA and styrene-based additives on low-temperature properties of diesel fuel

The name of the sample	Additives, мас. %	Blurring temperature, °C	Solidification temperature, °C	Filtration lower temperature, °C
Winter diesel fuel standard	O‘z DSt 1134:2018	- 5	- 25	- 15
Diesel fuel without hydrotosing	-	- 4	- 14	- 5
Diesel fuel + No. 1 plug (1:1)	0,1	- 5	- 21	- 17
	0,3	- 5	- 25	- 23
Diesel fuel + Prisadka No. 2 (9:1)	0,1	- 5	- 27	- 18
	0,3	- 5	- 28	- 19

Table-5

Effect of DDMA and styrene-based additives on residual oil deposition temperature

The name of the sample	Additives, мас. %	Viscosity + cCt at 100 °C	Solidification temperature, °C
Residual oil	-	17,43	-15
Residual oil + No. 1 additives (1:1)	0,3	17,65	-17
	0,5	18,76	-18
Residual oil + No. 1 additives (4:1)	0,3	17,47	-19
	0,5	18,29	-23

of diesel fuel and the solidification temperature of residual oils, 0.3% of the copolymer improved the solidification temperature of diesel fuel by -11 °C and residual oil by -8 .

REFERENCES

1. Danilov, A.M. The current state of production and use of additives in the production of diesel fuel Euro-3, 4, 5: Report on the joint session of the VNIINP and Committee on fuel and issues ANN RF / A.M. Danilov. - M.: Izd-vo "Sputnik+", 2009. - 27 p.

6. Ribeaud, M., Dubs, P., Rasberger, M., Evans, S. (2001). Liquid polyfunctional additives for improved fuel lubricity. US Patent 6,296,677, October 2.

2. 74. Liesen, G. P., Jao, T. C. Li, S. (2001). Methacrylate copolymer pour point depressants. US Patent 6,255,261.

3. Мавлонов.Ш.Б., Синтез депрессорной присадки на основе сополимеров стирола с алкилметакрилатов и их влияние на низкотемпературных свойств дизельного топлива.// Universum: технические науки. -Москва, 2022. - № 2(95). –С. 32-36. DOI-10.32743/UniTech.2022.95.2.1313

4. Baxtiyorovna, Jumaboyeva Mohinabonu. "Synthesis Of Copolymers Based On Alkylmetacrylates And Their Influence On Low Temperature Properties Of Diesel Fuels." Texas Journal of Multidisciplinary Studies 4 (2022): 46-52.



УДК: 665.6

ПРИМЕНЕНИЕ N,N'-ГЕКСАМЕТИЛЕН БИС [(О, М-КРЕЗОЛИЛО) -КАРБАМАТОВ] В КАЧЕСТВЕ АНТИОКСИДАНТОВ ДЛЯ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

[1]Мухиддинов Б.Ф., [2]Махсумов А.Г., [2]Машаев Э.Э., [2]Исмаилов Б.М.
[1]Навоийский государственный горно-технологический университет – Навои, Узбекистан.
[2]Ташкентский химико-технологический институт – Ташкент, Узбекистан.

АННОТАЦИЯ

В данной работе были изучены бис-карбаматы, синтезированные на основе крезолов в качестве антиоксидантов для моторных топлив. Исследован индукционный период автомобильного бензина марки АИ-80. Установлено что, вещества МЭЭ-1 и МЭЭ-2 возможно использовать как антиокислительные присадки для моторных топлив.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Крезолы, бис-карбаматы, стабилизация, антиоксидант, окисление, смолы, ингибиторы коррозии, бензин, индукционный период.

ABSTRACT

In this work, bis-carbamates synthesized from cresols as antioxidants for motor fuels were studied. The induction period of AI-80 motor gasoline has been studied. It has been established that substances MEE-1 and MEE-2 can be used as antioxidant additives for motor fuels.

KEYWORDS: Cresols, bis-carbamates, stabilization, antioxidant, oxidation, resins, corrosion inhibitors, gasoline, induction period.

Введение. На сегодняшний день во всем мире происходит переход на альтернативные источники энергии, но в то же время автомобильные бензины являются одним из наиболее крупнотоннажных продуктов нефтеперерабатывающей промышленности. Иногда, автомобильные бензины разных марок, до их использования, приходится транспортировать и хранить в течение длительного времени. В это время наиболее нестабильные соединения, входящие в их состав, под воздействием окружающей среды, кислорода воздуха и воды претерпевают различные химические превращения. В результате реакции приводят к образованию гидроперекисей и продуктов их распада, представляющих собой как сравнительно стабильные вещества – альдегиды, спирты, карбоновые кислоты, также и высокоактивные радикалы, способствующие развитию цепных реакций и образованию смолистых веществ. Способность автомобильных бензинов противостоять химическим изменениям при хранении и транспортировке называют химической стабильностью [1].

Под стабильностью бензина понимается его способность сохранять свойства в допустимых пределах для конкретных эксплуатационных условий. Стабильность бензина зависит от их физико-химических свойств, наличия различных примесей и др. Моторные топлива, которые содержат дистилляты термической переработки, как известно, склонны к окислению во время хранения. Этот процесс приводит к накоплению в топливе различных кислых и нейтральных кислородсодержащих соединений (пероксиды, кислоты, окси-кислоты, альдегиды, кетоны, спирты и др.). Это проявляется в коррозии деталей двигателя, в отложении смолистых осадков в топливоподающей системе. Относительная мера химической стабильности бензинов это длительность индукционного периода, которая определяется

в условиях ускоренного окисления. Ускорение процесса окисления осуществляется с помощью повышения температуры и давления, а также, увеличением концентрации кислорода. В стандартных методах определения индукционного периода, процесс окисления проводят в металлической бомбе в среде кислорода под давлением 0,7 МПа и температуре 100 °С. За индукционным периодом принимают время в минутах, в течение которого давление кислорода в бомбе не снижается, следовательно, не происходит и поглощения кислорода. Индукционный период нормируется для автомобильных бензинов в пределах 450-900 мин для разных марок [2].

В работе авторов синтезировали бис-карбаматы на основе крезолов и изучали на антикоррозионную активность [3-7]. После, для выявления ингибирующих свойств N,N'–гексаметилен бис-[(о-крезолило)-карбамата] т.е. МЭЭ-1 и N,N'–гексаметилен бис-[(м-крезолило)-карбамата] т.е. МЭЭ-2 испытания проводили в соответствии с методом Гуреева [8]. Наибольшую антикоррозионную эффективность проявил МЭЭ-1 [9]. В мире в качестве антиоксидантов используются соединения различных классов: фенолы, крезолы, мочевины, нитросоединения, хиноны, соединения серы, азота, фосфора, также применяются антиоксиданты смешанного действия, в которых нередко проявляются синергетические эффекты. Самым распространенным антиокислителем на рынке является 2,6-ди-трет-бутил-4-метилфенол известный под торговой маркой – Агидол-1 (или как его иногда называют – ионол). Продукт представляет собой белые кристаллы, хорошо растворяющиеся в углеводородах. А также, фенилендиамин, 2,6-ди-третичный бутил-пара-крезол, 2,6-ди-третичный бутилфенол, ди-алкил-пара-фенилендиамины, С и N замещенные анилины и др. [10]. Соответственно можно предположить, что антиокислительные активности тоже могут проявиться в соединениях МЭЭ-1 и МЭЭ-2. Так, дальнейшие испытания проводили на антиокислительную активность. Химическую стабильность характеризуют следующими показателями как индукционный период, содержание фактических смол, суммарное количество продуктов окисления, кислотность. Цель данной работы является изучение индукционного периода бензина при добавлении МЭЭ-1 и МЭЭ-2.

Материалы и методы. Чтобы определить индукционный период бензина по ГОСТ 33903 и ASTM D 525 использовали лабораторную установку ИПБ-1 при искусственном окислении бензина марки АИ-80-К2-Л-М5 (температура 100 °С, в атмосфере чистого кислорода при давлении 0,7 МПа).

Для проведения анализа первым делом, внутреннюю часть корпуса бомбы промывают бензином и просушивают струей воздуха. Крышку и детали головки бомбы вытирают фильтровальной бумагой. В чистый стакан наливают 100 мл предварительно отфильтрованного испытуемого бензина. Стакан с бензином ставят внутрь бомбы и закрывают чистым часовым стеклом. Бомбу закрывают крышкой, которую завинчивают специальным ключом. К верхнему штуцеру присоединяют медную трубку, соединенную с кислородным баллоном. Затем с помощью воротка поднимают игольчатый клапан и медленно, в течение не менее 3 мин, наполняют бомбу кислородом из баллона до давления 0,2 МПа. После этого обратным поворотом воротка опускают игольчатый клапан и отвинчивают гайку, при помощи которой бомба соединена с медной трубкой. Осторожно открывают вентиль бомбы и медленно выпускают из нее кислород. После такой продувки вновь наполняют бомбу кислородом до давления 0,75 МПа и отсоединяют медную трубку. Подготовленную таким образом бомбу помещают в бак с водой, имеющей температуру 15-20 °С, и проверяют ее герметичность. Если бомба негерметична, то появляются пузырьки кислорода. В этом случае необходимо проверить крепление тех деталей, у которых обнаружился пропуск, и снова провести проверку. После испытания на герметичность снижают давление до 0,7 МПа с точностью до l деления шкалы манометра. Одновременно с подготовкой бомбы нагревают до кипения воду в бане. Уровень воды в бане должен совпадать с уровнем гнезд.

Далее, бомбу переносят в кипящую баню и

погружают в воду до верхнего края крышки. Избыток воды спускают. Момент погружения бомбы в кипящую воду считают за начало окисления и записывают время и начальное давление. Далее до конца опыта давление в бомбе записывают через каждые 5 мин. Кислород и бензин в бомбе нагреваются, и давление вначале возрастает. Достигнув максимума, давление, в зависимости от стабильности испытуемого бензина, некоторое время остается постоянным, а затем начинает снижаться. Иногда после небольшого снижения (на 0,02 МПа) давление держится некоторое время постоянным, а затем уже непрерывно снижается. Нагрев бомбы и записи в журнале прекращают, когда давление снизится на 0,06 МПа от его максимального значения. За конец индукционного периода принимают время, когда началось непрерывное падение давления. По окончании окисления бомбу на 15 мин полностью погружают в бак с водой, имеющей температуру 15-20 °С, и наблюдают за ее герметичностью. Если появятся пузырьки кислорода, то все испытание повторяют сначала. После охлаждения бомбу переносят в подставку и выпускают из нее кислород. Обтирают крышку и головку бомбы полотенцем, отвинчивают крышку и, приподнимая ее, обезвоживают выступающую часть грибка фильтровальной бумагой. Только после этого крышку с головкой снимают с корпуса бомбы. Вынимают тигельными щипцами часовое стекло и стакан с окисленным бензином. Бензин, сконденсировавшийся в корпусе бомбы, переводят в стаканчик. Затем мерным цилиндром замеряют объем оставшегося бензина. Если его окажется меньше 95 мл, то испытание повторяют.

Для определения длительности индукционного периода по результатам наблюдения за давлением в бомбе необходимо учесть поправку на запаздывание нагревания бензина до 100 °С. Дело в том, что индукционный период бензина зависит от температуры. Ясно, что чем ниже температура, тем больше длительность индукционного периода. Так как бензин в бомбе через ее стенки нагревает медленно, то, следовательно, до того момента, пока он не нагреется до 100 °С, окисление будет проходить менее интенсивно. Если этого не учитывать, то значение индукционного периода получится завышенным. Для бомб описанной конструкции при длительности всего периода окисления 110 мин и более экспериментально установленная поправка составляет 55 мин.

Результаты и обсуждения. Итак, для определения индукционного периода устанавливают длительность периода окисления от начала нагревания бомбы с бензином до момента, когда началось непрерывное падение давления, и вычитают поправку на запаздывание нагревания бензина. В нашем случае конечные результаты исследования представлены в таблице 1:

При добавлении к 80-му бензину с индукционным периодом 650, образец МЭЭ-1 показал лучший результат 700 (мин), а образец МЭЭ-2 дал хороший результат 680 (мин). Как видно все образцы показали не менее 450 (мин) по государственному стандарту УзДСТ 3031-2015.

Заключение. В заключении можно сказать, что вещества МЭЭ-1 и МЭЭ-2 проявили антиоксидантные качества и возможно использования как антиокислительные присадки для продления индукционного периода бензина, но нужно провести и другие анализы как содержание фактических смол, кислотность и тогда можно будет сделать окончательный вывод.

Таблица 1

Индукционный период бензина марки АИ-80-К2-Л-М5 при использовании веществ МЭЭ-1 и МЭЭ-2

Показатель	без присадки МЭЭ	с присадкой МЭЭ-1	с присадкой МЭЭ-2
Начало окисления	8 ч 00	8 ч 00	8 ч 00
Конец индукционного периода	18 ч 45	19 ч 40	19 ч 20
Длительность периода	650	700	680

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Гуреев. Применение автомобильных бензинов / А.А. Гуреев. – М.: Химия, 1972. – 368 с.

2. Ермак А.А., Хорошко С.И., Бурая И.В. Методы оценки химической стабильности автомобильных бензинов промышленность // Прикладные науки. Химическая технология. 2014. № 11.

3. Махсумов А.Г., Абсалямова Г.М., Исмаилов Б.М., Машаев Э.Э. Синтез и свойства производного N',N'-гексаметилен бис-[(орто-аминоацетилфенокси)]-карбамата и его применение // Universum: химия и биология. 2019. №3 (57).

4. Махсумов А.Г., Машаев Э.Э., Холбоев Ю.Х., Уразов Ф.Б., Зохиджонов С.А. N,N'–гексаметилен бис [(м-крезолило) -карбамат] и его физико-химические свойства // Life Sciences and Agriculture. 2022. №1 (9).

5. Сафаров Т.Т., Махсумов А.Г., Машаев Э.Э., Кодиров О.О. Синтез N,N'-гексаметилен бис-[(орто-крезолило) -карбамата] и изучение физико-химических параметров // Композиционные материалы. 2022. №4.

6. Махсумов А.Г., Абдукаримова С.А., Машаев Э.Э., Азаматов У.Р. Синтез и свойства производного - N,N'-гексаметилен бис- [(орто-крезолило) -карбамата] и его применение // Universum: химия и биология. 2020. №10-2 (76).

7. Махсумов А.Г., Жагфаров Ф.Г., Арипджанов О.Ю., Азаматов У.Р. Синтез и свойства производных мета-крезолило-карбаматов, их биологическая активность // НефтеГазоХимия. 2022. №3.

8. А.А. Гуреев, Е.П. Серегин, В.С. Азев. Квалификационные методы испытаний нефтяных топлив – М.: Химия. – 1984. – 200 с.

9. Машаев Э.Э., Махсумов А.Г., Исмаилов Б.М., Мухиддинов Б.Ф. Нефт маҳсулотлари асосида N,N'-гексаметилен бис [(мета-крезолило)-карбамат] синтези ва қўлланилиши «O'ZBEKISTON NEFT VA GAZ JURNALI» –T., №1/2023.январ, феврал, март. - С.35-38.

10. Курамшин Э.М., Имашев У.Б. Композиционная присадка для малосернистых дизельных топлив // Башкирский химический журнал. 2012. Том 19. № 3.

UDK: 620.197

POLIKARBOKSILATLAR ASOSIDA MOYLAR UCHUN YANGI YUVUVCHI QO‘SHIMCHALAR SINTEZ QILISHNI TADQIQ ETISH

S.A. Berdiyev
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti – Toshkent, O‘zbekiston.

ANNOTATSIYA

Maqolada moylar uchun yuvuvchi qo‘shimcha sifatida ishlatiladigan polikarboksilatlar (gidrolizlangan poliakrilonitril) asosidagi qo‘shimchalar olishning optimal sharoitlari aniqlandi. Shu bilan birga, olingan qo‘shimchalarni M-10DM moy namunalarining motor xususiyatlarini baholash ГОСТ 23175-78 bo‘yicha o‘tkazilgan.

KALIT SO‘ZLAR: polikarboksilat, sintez, gidroliz, poliakrilonitril, oligomer, etilen oksidi, netrallash, kislota.

ABSTRACT

The article defines the optimal conditions for obtaining additives based on polycarboxylates (hydrolyzed polyacrylonitrile) used as detergent additives for oils. At the same time, the evaluation of the motor properties of the M-10DM oil samples with the obtained additives was determined according to GOST 23175-78.

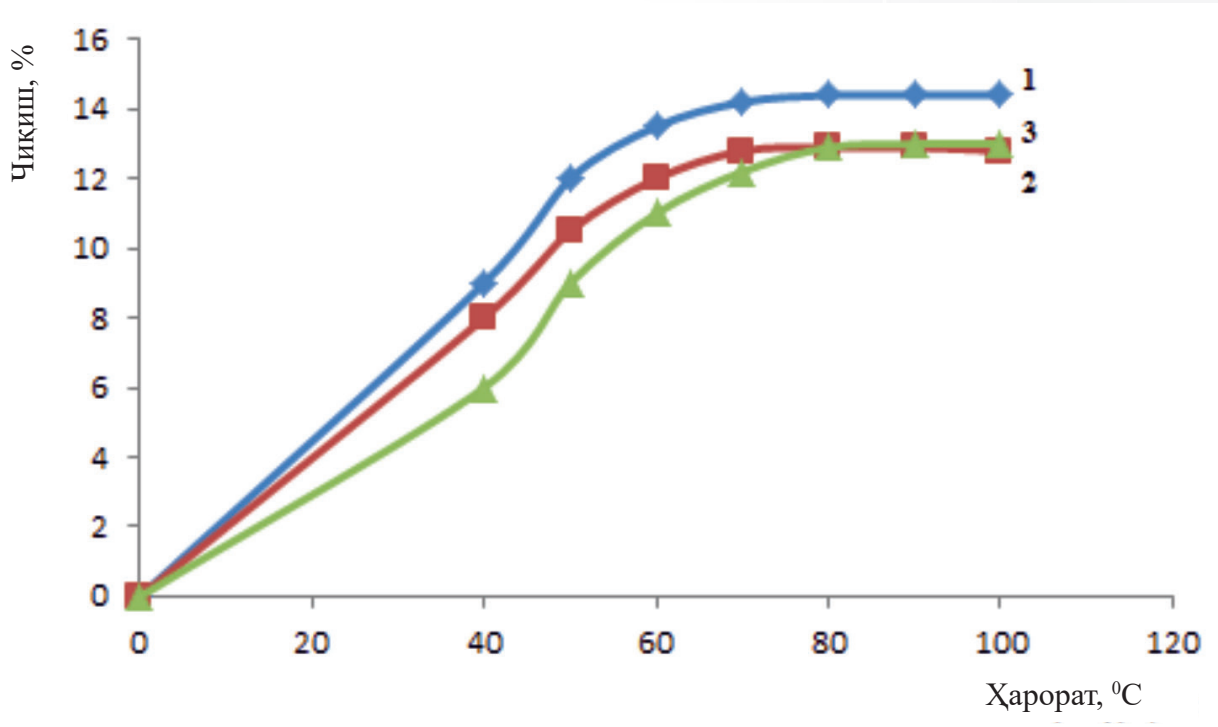
KEYWORDS: polycarboxylate, synthesis, hydrolysis, polyacrylonitrile, oligomer, ethylene oxide, neutralization, acid.

Murakkab yonilg‘i tizimini tozalash vositalari bir vaqtning o‘zida yonilg‘i bakidan tortib forsunka injektorli avtomobillarning, xususan, yonish kamerasi devorlaridan, klapanlarning tarelkalari va sterjenlarning butun yonish tizimini tozalash uchun mo‘ljallangan. Ushbu guruhning tayyorgarligidan qo‘rqmasdan faqat past yurishi bo‘lgan avtomobillarning yonilg‘i tizimlarini va muntazam ravishda profilaktika ishlari olib boriladigan tizimlarni tozalash uchun foydalanish mumkin. Aks holda, yuqori masofani bosib o‘tgan avtomobil egasining ushbu preparatni qo‘llash istagi, ehtimol murakkab tozalash vositasining juda faol formulasi avtomobilning ishlashi paytida to‘plangan barcha tiqilmalar bilan birgalikda bak va truboprovodlarni (quvurlarni) yuzasini “yeyilishiga” olib keladi. Natijada, bu xatoliklarning barchasi avtomobilning yoqilg‘i bilan birga borishi, bir vaqtning o‘zida filtr elementi pardalarini yopish va yoqilg‘i uskunasida va yonilg‘i filtrlariga zarar yetkazish xavfi mavjud [1-7].

PR-2 sintezi uchun gidrolizlangan poliakrilonitril ishlatildi. Oldingi gidrolizlangan poliakrilonitrildan farqli o‘laroq, poliakrilonitril -COONa guruhlari hosil bo‘lguniga qadar to‘liq gidrolizlangan, ammo hosil bo‘lgan mahsulot tarkibida -$CONH_2$ mavjud. Keyin olingan gidrolizlangan poliakrilonitrilni pH 8-9 gacha xlorid kislota bilan neytrallash amalga oshirildi. Bunga etilen oksidi bilan oson reaksiyaga kirishadigan -COOH guruhlari kiradi. PR-2 ni olish jarayonida harorat alohida rol o‘ynaydi. Quyidagi 1-rasmda PR-2 unumining reaksiya haroratiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Dastlabki mahsulotlarning 3 ta nisbati tanlangan.

Gidrolizlangan poliakrilonitril va etilen oksidining nisbatlari quyidagicha:

1-1:8; 2-1:5; 3-1:2.

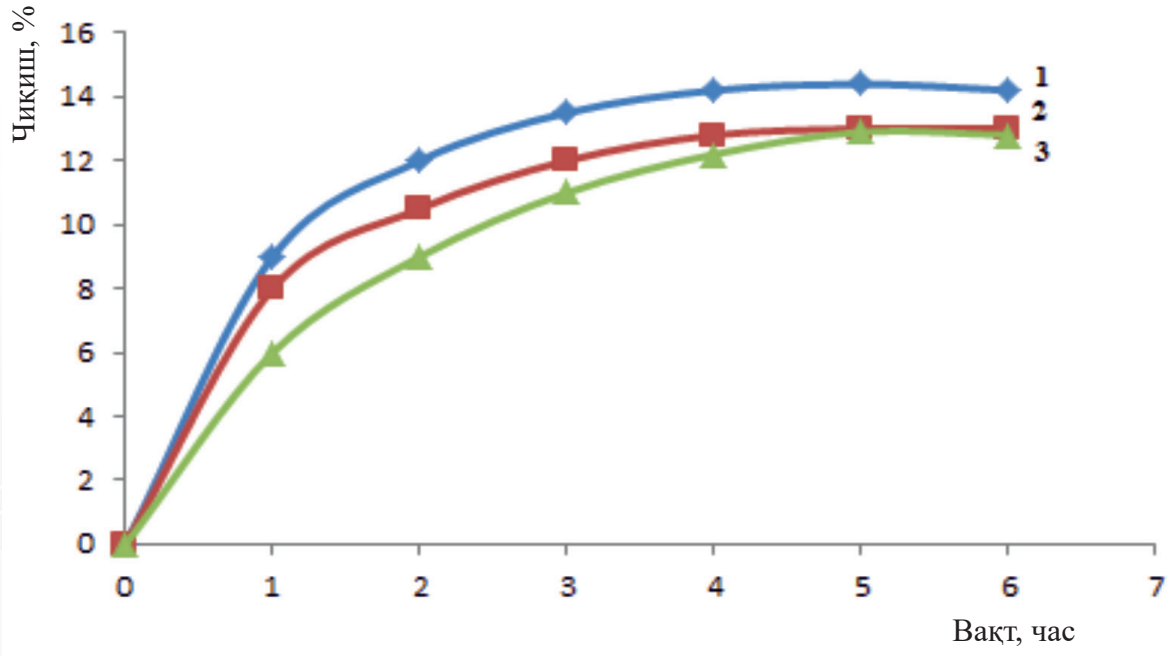


1-rasm. PR-2 ning unumini temperaturaga bog‘liqligi

1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, PR-2 ni olishda komponentlarning optimal nisbati 1:8, optimal harorat esa 80 °C ni tashkil qiladi. Reaktordagi harorat oshishi bilan bosim ham ortadi. Bosimning oshishi nafaqat haroratga, balki etilen oksidi miqdoriga ham bog‘liq. Bunday sharoitda PR-2 ning unumi 14,4% ni tashkil qiladi. Eng yuqori quruq qoldiq dastlabki mahsulotlarning 1:2 nisbati bilan olinadi, ammo olingan PR-2 ning yuvish samarasi (yoki sifati) past bo‘ladi. Shunga asoslanib, PR-2 ni olish uchun optimal 80 °C harorat tanlandi.

Gidrolizlangan poliakrilonitril va etilen oksidining nisbatlari quyidagicha:

1-1:8; 2-1:5; 3-1:2.



2 –rasm. PR-2 ning unumini vaqtga bog‘liqligi

2-rasmdan ko‘rinib turibdiki, 5 soat davomida optimal sharoitda reaksiya olib borilganda PR-2 ni 14,4% unum bilan olinadi. Bunday sharoitda reaksiyaning keyingi davom etishi unumning pasayishiga olib keladi. Bu oligomer qo‘shimchalarning yuvish samarasini pasayishiga olib keladigan paralell (masalan, o‘zaro bog‘lanish, parchalanish, molekulalararo o‘zaro ta’sir va boshqalar) kuchayishi bilan bog‘liq.

Shunday qilib, PR-2 ni olish uchun optimal sharoitlar reaksiya 80 °C haroratda 5 soat davomida dastlabki mahsulotlarning 1:8 nisbatida boradi. Bunday sharoitlarda olingan mahsulot juda yaxshi demulgirlash ta’sirga ega. PR-2 ni yoqilg‘ining xususiyatlariga ta’sirini keyingi o‘rganish, yuqoridagi sharoitlarda SPI tomonidan olingan mahsulot tomonidan amalga oshiriladi.

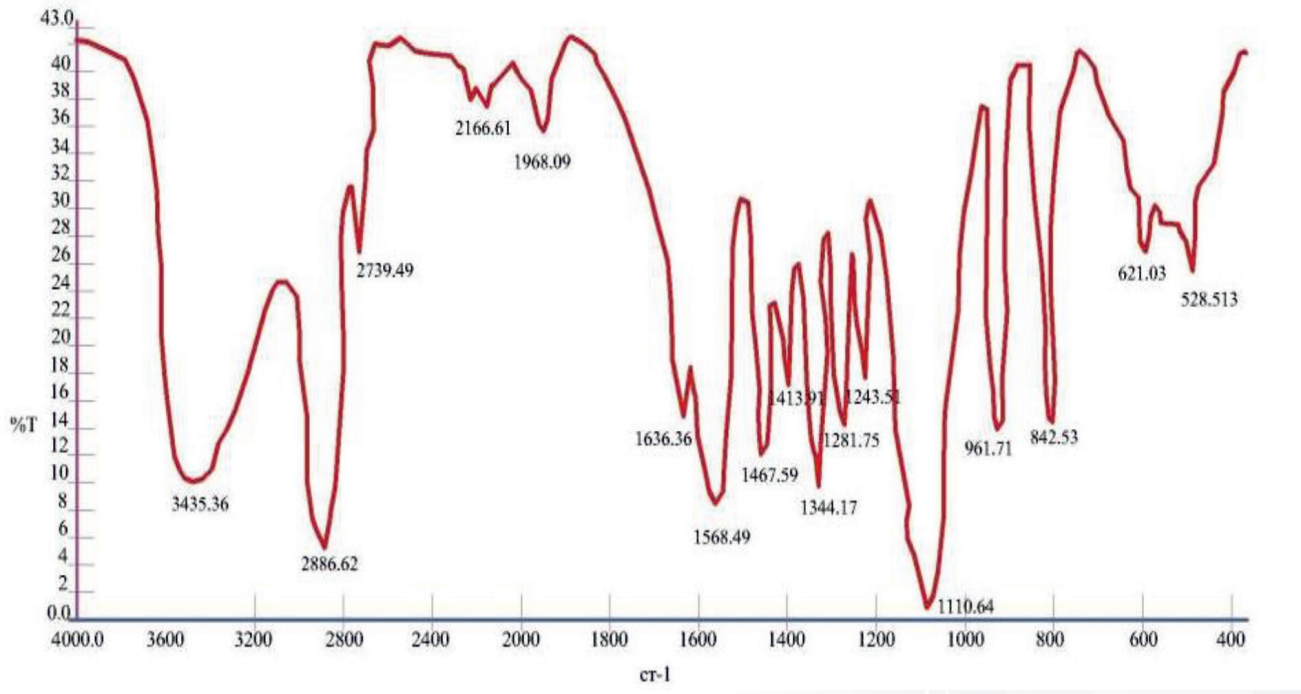
Ma’lumki, PR-2 kimyoviy birikmasi ikkala (-COONa va -COOH) funksional guruhlarini o‘z ichiga oladi. 3-rasmda olingan gidrolizlangan poliakrilonitril tarkibida mavjud bo‘lgan funksional guruhlarning yutilish zonalari ko‘rsatilgan.

3-rasmda ko‘rinib turibdiki, 1550 – 1610 sm^{-1} sohasidagi yutilish chiziqlari

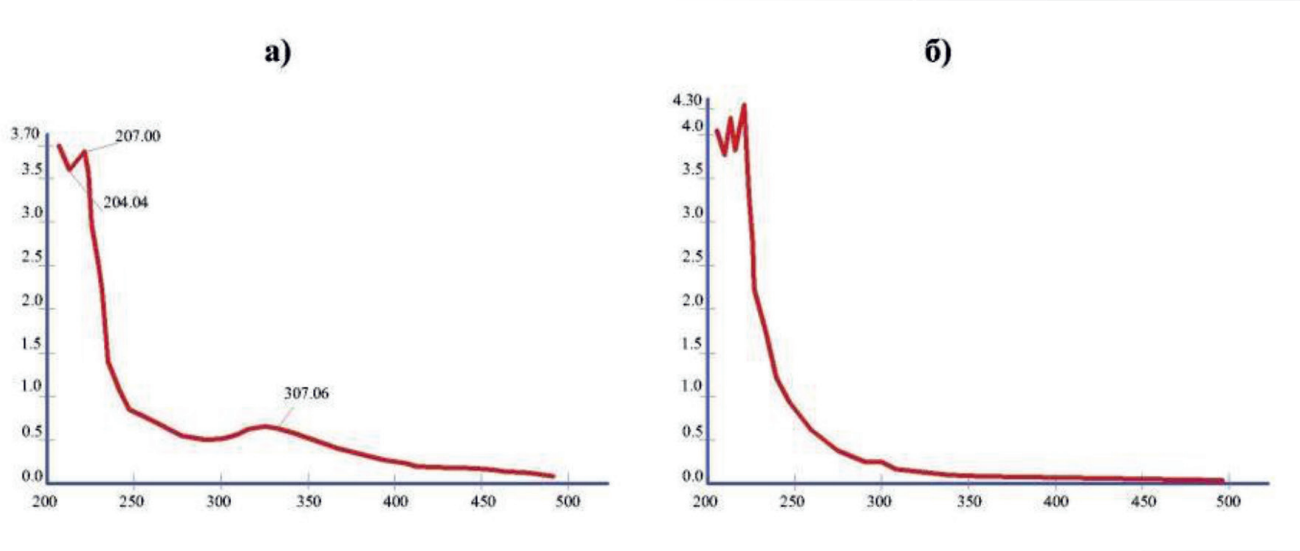
– COONa funksional guruhidagi asimmetrik valent tebranishlariga xosdir. -COONa funksional guruhida 1400 sm^{-1} sohasidagi yutilishi chiziqlari simmetrik valent tebranishlariga xosdir, xomashyo strukturasida – $CONH_2$ funksional guruhlari mavjud. Bundan tashqari, 3000 – 3200 sm^{-1} sohasidagi yutilishi chiziqlari xomashyo strukturasida funksional guruhlari borligini ko‘rsatadi :

1550 – 1610 sm^{-1} sohasidagi -COONa keltirilgan funksional guruhlar etilen oksidi bilan reaksiyaga kirishmaydi. 1300-1200 va 1413 sm^{-1} sohasidagi yutilishi chiziqlari, – COOH funksional guruhlarning kimyoviy bog‘lariga xosdir. Keltirilgan funksional guruhlar etilen oksidi bilan reaksiyaga yaxshi kirishmaydi, chunki ular reaksiyaga to‘liq kirishmaydi. 1243 sm^{-1} sohasidagi keltirilgan yutilish chiziqlari murakkab efirlar borligi haqida dalolat beradi, ular – COOH funksional guruhlarning etilen oksidi bilan reaksiyasi natijasida hosil bo‘ladi. 1150-1070 sm^{-1} sohasidagi keltirilgan yutilish chiziqlari oddiy efirlar uchun xosdir. Ular ikki molekula etilen oksidini ta’sirlashuvidan hosil bo‘ladi.

$$\sim CH_2 - CHCOONa - CH_2 - CHCOCNH_2 \sim$$



3-rasm. Hosil bo‘lgan PR-2 ning IQ–spektri



a) gidrolizlangan poliakrilonitril; b) sintezlangan qo‘shimcha.

4-rasm. Hosil bo‘lgan PR-2 ning UB-spektrlari

4-rasmda ko‘rinib turibdiki: a) 207, 204, 307,06 mμ sohalarida

UB-spektrlarning maksimum yutilish chiziqlari mavjud bo‘lib ular gidrolizlangan poliakrilonitrilning –COOH guruhlari uchun xosdir, egrida esa b) ushbu UB-spektrlarning yutilish chiziqlarining 204, 208, 219, 227 mμ sohalarida qo‘shimchalarning funksional guruhlari uchun xosdir. UB-spektr tadqiqotlari IK-spektroskopiya natijalarini isbotladi.

1-jadvalda polimerlarning suyultirilgan eritmalari uchun yopishqoqlikni o‘lchash natijalari ko‘rsatilgan. Olingan natijalarning grafigi (5-rasm) va qo‘shimchaning xarakteristik qovushqoqlik o‘zgarishlari aniqlangan. Yopishqoqlikni aniqlash uchun kapilyar diametri 0,54 mm bo‘lgan ubellode tipidagi viskozimetrdan foydalanilgan.

Grafik tahlili bo‘yicha xarakterli yopishqoqlik ko‘rsatkichini aniqlash mumkin bo‘ladi.

Grafikda ko‘rinib turibdiki, sintez qilingan qo‘shimchaning xarakterli yopishqoqligi 0,34 ga teng. Bu qo‘shimchaning yuqori molekulyar og‘irligiga ega ekanligini anglatadi. Qo‘shimcha PR-2 quyidagi talablarga asosan tayyorlanishi kerak (2-jadval).

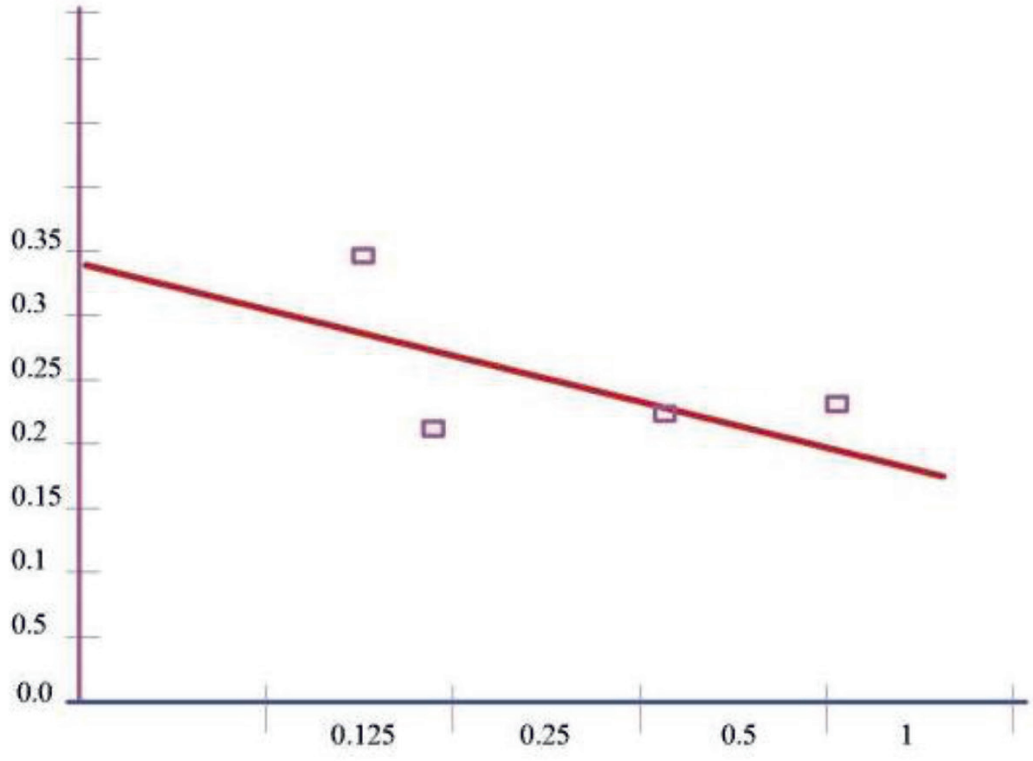
Bugungi kunda, neftning yuqori haroratlarda harakatini baholashning universal usuli yo‘q, shuning uchun neftni bir necha (laboratoriya va stend) usullari yordamida sinab ko‘rish odatiy holdir. Masalan, mahalliy amaliyotda yangi yaratilgan (eksperimental) neft mahsulotlari sifatini aniqlashning 4 bosqichli tizimi mavjud.

Birinchi bosqichda – yoqilg‘i-moylash materiallarini (YoMM) texnologiyada qo‘llashning asosiy imkoniyati, oxirgining umumiy konstruktiv xususiyatlarini hisobga olgan holda aniqlanadi; ikkinchi bosqichda – YoMMlarining uskunalarga ta’siri; uchinchi bosqichda – YoMMlarning mashina

1-jadval

Qo‘shimchaning suyultirilgan eritmalari uchun qovushqoqligi o‘zgarishi

№	Eritmaning konsentpatsiyasi %	Eritma vaqtining ketishi, sek τ	$\eta_{otn} = t_1/t_0$	$\eta_{ud} = t_1/t_0 - 1$	$\eta_{pp} = \eta_{ud}/c = (\eta_{otn}/c)$	$\eta\log = In\eta_{otn}/c$	η_{xv}
1	0	97	-	-	-	-	-
2	1	119	1.23	0.23	0.23	0.207	0.34
3	0.5	108	1.11	0.11	0.22	0.8	
4	0.25	102	1.05	0.05	0.2	1.43	
5	0.125	101	1.04	0.04	0.32	2.11	



5-rasm. Qovushqoqlikni ηud/C qo‘shimcha konsentratsiyasiga bog‘liqligi

2-jadval

PR-2 qo‘shimchaning texnik talablari

№	Ko‘rsatkichlarning nomi	Qo‘shimchalar uchun ko‘rsatkichlarning qiymati	
		Eritma shaklida	
		Yuqori havo kiritish	Pasaygan havo kiritish
1	Tashqi ko‘rinishi	Oq rangli bir xil suyuqlik, cho‘kma bo‘lishi mumkin	
2	Zichligi, 20 °C da kam emas	1.09	
3	Massa ulushi suvniki, % ko‘p emas	0.10	
4	Vodorod ionlarining faollik ko‘rsatkichi (pH), 2,5% suvli eritmasi	9.0 ±1.0	
5	Quruq moddadagi xlor ionlarining massa ulushi, ko‘p emas	0.1	

va mexanizmlarning ishlash xususiyatlariga ta’siri, to‘rtinchi bosqichda – jihozlarning belgilangan YoMM larda ishlagandagi texnik xizmat ko‘rsatish chastotasi.

Sinov namunalarining motor xususiyatlarini baholash ГОСТ 23175-78 bo‘yicha aniqlandi. Tadqiqot natijasida olingan natijalar 3-jadvalda keltirib o‘tilgan.

Sinov haroratining oshishi bilan bug‘lanishning massa ulushi va sinov namunalari uchun sinov chashkalarida lak miqdori ortadi.

PR-2 qo‘shimchasi yordamida tayyorlangan M-10DM namunasi uchun lak hosil bo‘lishi uchun kritik harorat (lakning miqdori og‘irlik bo‘yicha 3% dan oshadigan harorat) 240 °C ni tashkil qiladi, o‘rganilayotgan qolgan namunalar uchun lak hosil bo‘lishining kritik harorati yuqoriroqdir.

Xulosa: Polikarboksilatlar (gidrolizlangan poliakrilonitril) asosida olingan qo‘shimchalar

3-jadval

PR-2 qo‘shilgan M-10DM moy namunalarining motor xususiyatlarini baholash ГОСТ 23175-78 bo‘yicha

№	Namunaning tartib raqami (T=230°C)	Bug‘lanish miqdori, % da	Ishchi fraksiya miqdori, % da	Lak miqdori, % da
1	1	41,3	57,2	1,5
2	2	49,7	49,5	0,8
3	3	45,1	53,1	1,8
4	4	42,1	56,3	1,6
№	**Namunaning tartib raqami (T=240°C)**	**Bug‘lanish miqdori, % da**	**Ishchi fraksiya miqdori, % da**	**Lak miqdori, % da**
1	1	58,0	39,3	2,7
2	2	57,4	40,7	1,9
3	3	55,2	41,7	3,1
4	4	54,5	43,0	2,5

moylar uchun yuvuvchi qo‘shimcha sifatida ishlatilganda M-10DM moy namunalari uchun motor xususiyatlari ГОСТ 23175-78 ga to‘g‘ri kelishi aniqlandi.

ADABIYOTLAR

1. A.M. Kulinowski, T.J. Henly, P. Growcott, Diesel fuel additives to meet worldwide performance and emissions requirements, in: SAE Tech. Pap., 1993. https://doi.org/10.4271/932737.

2. A. Leedham, R. Caprotti, O. Graupner, T. Klaua, Impact of fuel additives on diesel injector deposits, in: SAE Tech. Pap., 2004. https://doi.org/10.4271/2004-01-2935.

3. Y. Liu, C. Wang, J. Yan, W. Zhang, W. Guan, X. Lu, S. Li, Hydrogen peroxide-independent production of α-alkenes by OleT JE P450 fatty acid decarboxylase, Biotechnol. Biofuels. (2014). https://doi.org/10.1186/1754-6834-7-28.

4. E.S. Tarleton, J.P. Robinson, J.S. Low, Nanofiltration: A technology for selective solute removal from fuels and solvents, Chem. Eng. Res. Des. (2009). https://doi.org/10.1016/j.cherd.2008.09.006.

5. А.Н. Переверзер, С.Н. Овчаров. Основы химмотологии. Учебное пособие. Ставрополь: СевКавГТУ, 2010, 181 с.

6. И.И. Гнатченко, В.А. Бородин, В.Р. Репников. Автомобильные масла, смазки, присадки: Справочное пособие. – М.: ООО «Издательство АСТ»; СПб.: ООО «Издательство «Полигон», 2000, 360 с.

7. А.М. Магеррамов, Р.А. Ахмедова, Н.Ф. Ахмедова. Нефтехимия и нефтепереработка. Учебник для высших учебных заведений. Баку: Издательство «Бакы Университети», 2009, 660 с.

УДК:504.06

ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ ПРОДУКТОВ УГЛЕРОДА ПУТЕМ ПИРОЛИЗА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Рахматуллаев Ф. Н. Турабджанов С.М. Эгамбердиев Э.А. Азимов Д.М.
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова – Ташкент, Узбекистан.

АННОТАЦИЯ

В настоящее время зарубежные страны перерабатывают свои отходы всех видов на 100 %. Так и у нас есть все возможности для переработки всех видов отходов, но на сегодняшний день не уделяется нужное внимание в эту отрасль. Именно поэтому мы видим пагубные влияние этих факторов на экологию. Получение из отходов экономическую и экологическую выгоду, извлечение из них органические и неорганические элементы, тепловую энергию и т.д. на сегодняшний день актуален как никогда.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Твердые бытовые отходы, экология, экономика, пирогаз, пиролитической деструкция, газообразный, жидкий и твердый продукт углеводорода, метан, этан, пропан, бутан, гептан, металл, бумага, пластмасса полипропилен, полиэтилен.

ABSTRACT

Currently, foreign countries recycle their waste of all kinds by 100%. So we have all the possibilities for processing all types of waste, but today the necessary attention is not paid to this industry. That is why we see the harmful effects of these factors on the environment. Obtaining economic and environmental benefits from waste, extracting organic and inorganic elements from them, thermal energy, etc. is more relevant today than ever.

KEYWORDS: Solid household waste, ecology, economics, pyrogas, pyrolytic destruction, gaseous, liquid and solid hydrocarbon product, methane, ethane, propane, butane, heptane metal, paper, plastic polypropylene, polyethylene.

ТБО утилизируется в основном биологический, термический, нетермический, аэробный и другими методами. В Узбекистане утилизация ТБО методом пиролизной обезвреживанием мало изучен, мало востребован и почти не применяется в большом масштабе.

Нами было уделено большое внимание вопросу обезвреживания ТБО методом пиролиза и получение пирогаза с целью использования альтернативного источника энергии.

В качестве объекта исследования выбрана существующая система управления ТБО в городах республики и технология обезвреживания органической части ТБО с использованием процесса пиролитической деструкции сложных органических молекул, характеризующаяся термической обработкой исходного сырьевого материала, потенциал которых по Республике Узбекистан исчисляется сотнями миллионов тонн.

Состав твёрдых бытовых отходов зависит от многих факторов: уровня развития страны и региона, культурного уровня населения и его обычаев, времени года и других причин. Более трети ТБО составляют упаковочные материалы, количество которых непрерывно увеличивается.

Методика проведения экспериментов по пиролизу ТБО На рисунке 2. представлен предлагаемый реактор для термического обезвреживания и переработки органической части твердых отходов с последующим получением газообразных и жидких углеводородов в беспрерывном цикле.

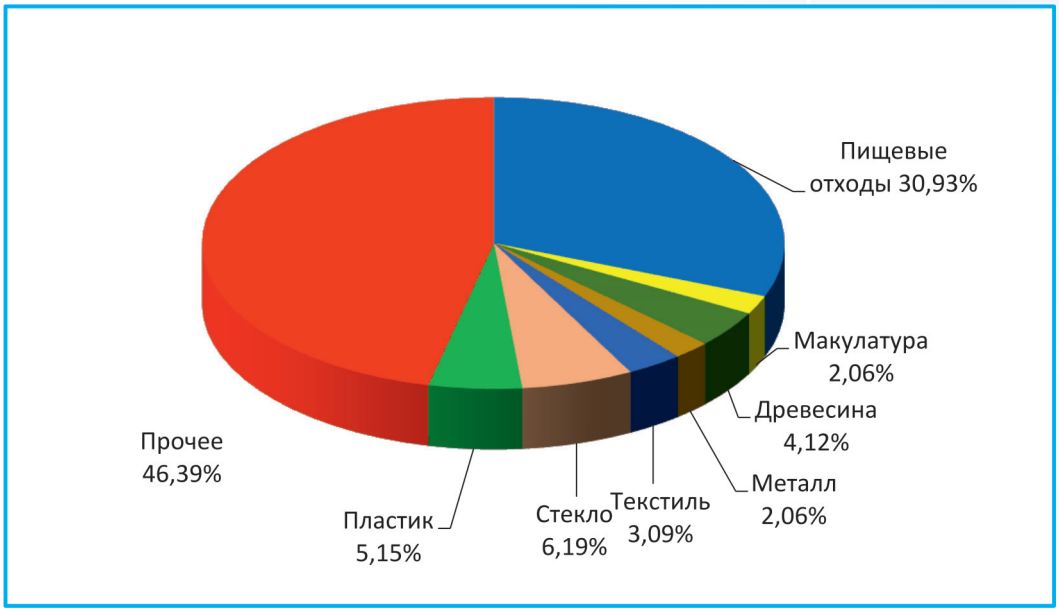


Рис.1. Годовая структура отходов

Прежде чем рассматривать возможность производства и использования того или иного вида альтернативного топлива, для его получения, следует принять во внимание необходимость решения следующих задач [1-2;]:

• подбор отходов, подходящих по своим физико-химическим свойствам;

• проведение широкого морфологического и физико-химического анализа отходов;

• разработка технологии предварительной подготовки отходов; по сути, производство альтернативного топлива (выделение топливных фракций из массы отходов, сушка, газификация и т.п.) для подачи их на горелку.

Для эксперимента взвешен смешенный ТБО в объеме 200 кг. Использована экспериментальная пиролизная установка, разработанная нами в течение 1,5 – 2 часов при температуре 450 – 550 °С (рис.2.). Масса ТБО, подлежащая пиролизу, составляла 200 кг, в соответствии с мощностью установки необходимую температуру обеспечивала камера сгорания, снабженная специальной горелкой для сжигания пирогаза. Исходный материал (отходы) загружается в реактор, который герметично закрывается. Затем, с помощью электрической дуги в нем повышается температура. При достижении ее значения порядка четырехсот градусов Цельсия без доступа воздуха начинается процесс разложения состава ТБО в бескислородной среде (анаэробная). Образующаяся в нем смесь газов и паров отводится по трубопроводу через сепаратор в газовый счетчик и дальше в накопитель или на факел. В сепараторе происходит разделение на газовую и жидкую фазу, а также при охлаждении смеси горючих газов наблюдалось выделение жидкости тёмно-коричневого цвета, которая собиралась в ёмкость накопителя. При лабораторном анализе выделяемой смеси горючих газов определен её химический состав. Разработанную пиролизную установку можно представить следующим образом:

Продуктами пиролиза являются углеродистый твердый остаток, жидкая фракция, включающая водный раствор и смолообразные вещества, газообразные продукты. Соотношения между количеством получаемых газообразных, жидких и твердых продуктов, а также их состав зависит от условий пиролиза и состава исходного продукта.

Полученные твердые и жидкие фракции продуктов пиролиза подвергали ИК-спектроскопическому анализу в ИК-спектре Фурье образованием фирмы Shimadzu.

Теплопередача является основным фактором при проектировании пиролизной установки [3]. Тепловой баланс типичного пиролизера можно записать как:

[Тепло, выделяемое при преобразовании полукокса] + [Тепло во входящем потоке] = [Тепло, необходимое для пиролиза] + [Потери

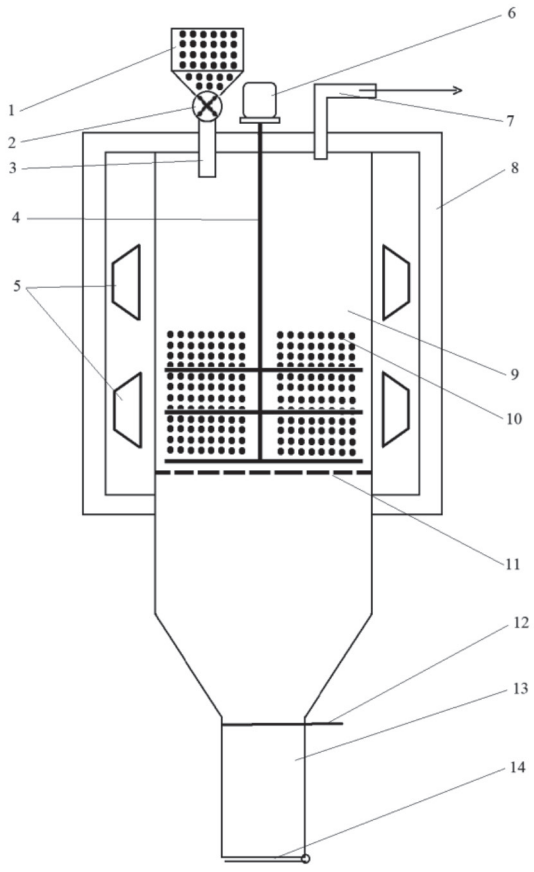


Рис. 2. Реактор для термической переработки органической части твердых бытовых отходов 1 - бункер-питатель; 2 - узел загрузки; 3 - патрубок; 4 - ворошитель; 5 - нагревающий элемент; 6 - двигатель-редуктор; 7 - патрубок газоход; 8 - футировочная обшивка; 9 - камера пиролиза; 10 - ТБО; 11 - запорная перфорированная перегородка; 12 - затвор; 13 - камера выгрузки; 14 - затвор.

тепла на поверхности] + [Тепло в выходящих продуктах]

В условиях пиролиза происходит газификация органической части отходов, в результате чего образуется газ, содержащий CO, H_2, CO_2, H_2O, N_2. Также при этом получается смесь жидких углеводородов, которые могут использоваться в качестве компонентов моторного топлива, и твердый остаток (кокс, шлак, зола). Летучие продукты, полученные при пиролизе, вводятся в газовый хроматограф для их разделения и идентификации [4].

Для анализа состава смеси газообразных продуктов пиролиза использовался специально разработанный комплекс лабораторных средств, состоящий из следующих устройств:

– хроматографический анализатор концентраций газообразных углеводородов в газовых средах, на базе хроматографа «Кристалюкс 4000М»;

– анализатор низшей удельной теплоты сгорания газовых сред, на базе хроматографа «Кристаллюкс 4000 М»;

– анализатор концентрации оксида углерода в газовых средах, на базе модифицированного хроматографа «Газохром 2000»

Исследование пиролизной переработки ТБО. В целях повышения эффективности переработки ТБО методом пиролиза актуальной задачей является экспериментальное исследование данного процесса для оценки влияния ряда параметров (влажность исходного сырья, состав ТБО, и др.) на выход и состав пиролизных газов.

В зависимости от времени выходящий объем газов во время пиролиза указывает на то, что большая часть газообразных продуктов образовывалась в течение первых 15-20 минут от начала эксперимента (рис. 3.).

В начальной стадии эксперимента, за 20 минут объем метана достигает до 53 % от общего объема, а через 40 минут наблюдается уменьшение его до 49,8% от общего объема.

По хромотографическим исследованиям, основными углеводородами в составе газообразных продуктов пиролиза смешанного ТБО являются метан, этан, пропан, бутан и гептан. Содержание этих углеводородов в составе пиролизного газа в большей степени определяет его теплотворную способность.

Исследование влияния температуры на выделяемые массы твердого остатка, жидкой фракции и газообразных продуктов, показывает, что оптимальным пиролизом является температура в интервале 450 – 550 °C, в температурном интервале от 40 до 100 °C для образцов наблюдалось появление паров воды относящиеся к потери физически и химически связанной воды. Помимо получения большого процентного содержания газа в конечных продуктах, выход водорода при пиролизе и паровоздушной газификации увеличивается с

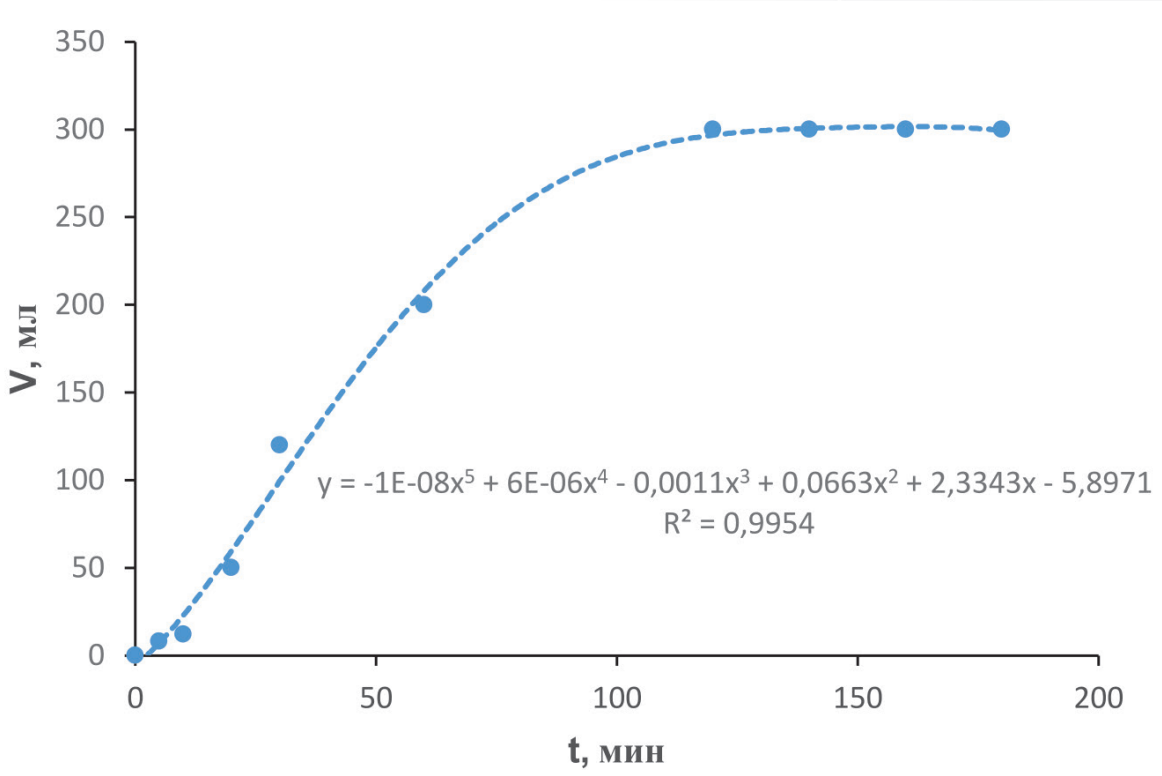


Рис. 3. Зависимость отходящих газов в объеме (мл) по времени (мин)

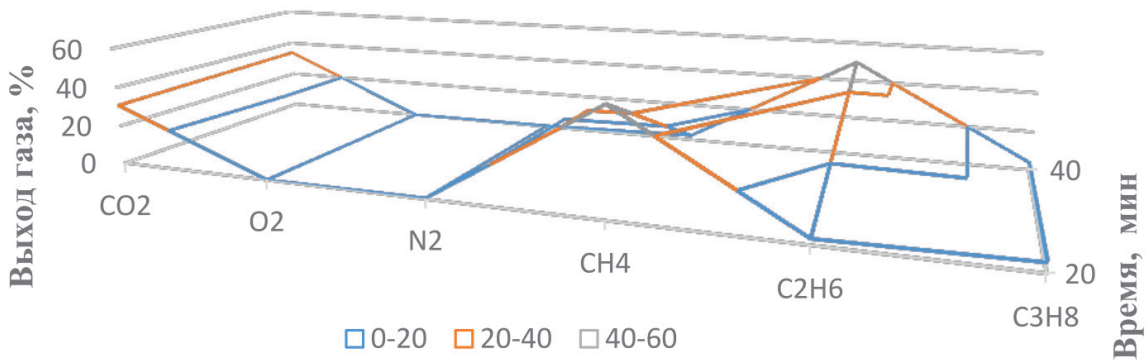


Рис.4. Зависимость выхода газов в заданные промежутки времени (мин)

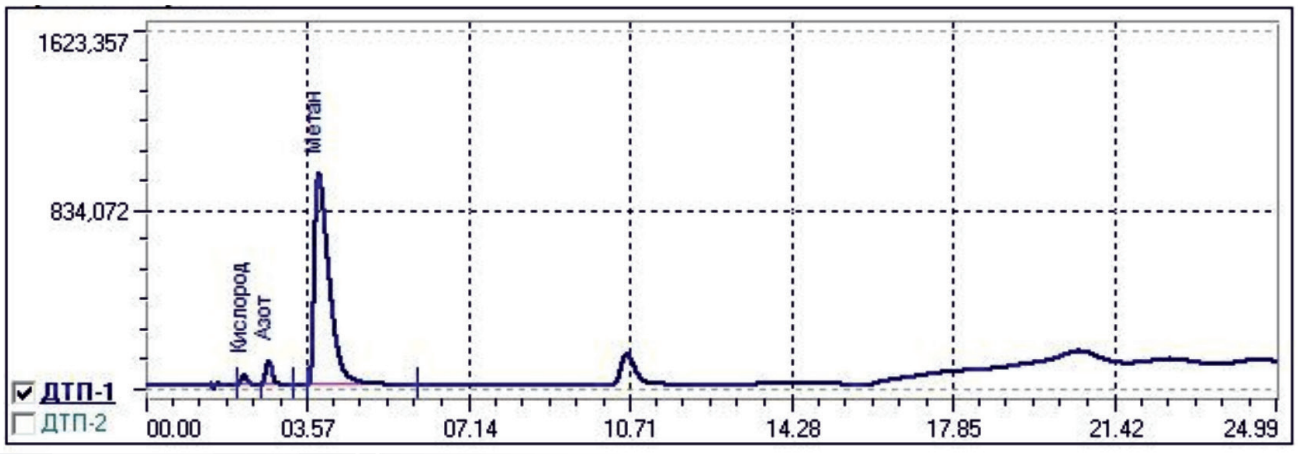


Рис.5. Хроматограммы газообразного продукта

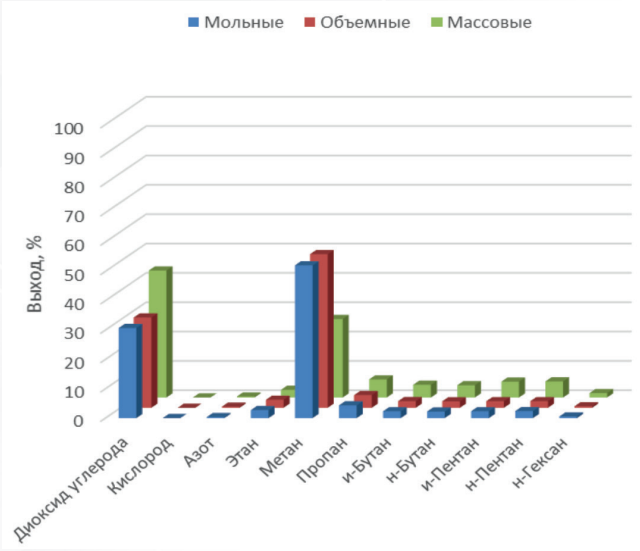


Рис. 6. Зависимость состава газообразных продуктов от концентрации

увеличением температуры. В интервале температуры от 450 – 550 °С для образца ТБО наблюдается эффективное выделение, связанное с процессами глубокой деструкции и интенсивным образованием летучих продуктов (рис.5).

В исследуемых источниках приведены простейшие вторичные реакции, влияющие на состав газообразных продуктов пиролиза (рис.6):

1) $C + CO_2 = 2CO$;
2) $C + H_2O$ (г) $= CO + H_2$;
3) $C + 2H_2O$(г)$= CO_2 + 2H_2$;
4) $C + 2H_2 = CH_4$;
5) $CO + H_2O$ (г) $= CO_2 + H_2$;
6) $CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O$ (г).

Синтез-газ состоит в основном из CO и H_2 (вместе 85 %) с небольшой долей CO_2 и CH_4. Использование смешанного ТБО в нашем случае увеличивает рост углеводородной составляющей C_1 – C_5, что приводит к увеличению общей теплоты сгорания газообразных продуктов пиролиза.

Увеличение температуры процесса свыше 550 °С не приводит к возрастанию общей теплоты сгорания полученной газообразной смеси. Это утверждает факт того, что состав отходящих газов при пиролизе зависит от морфологического состава ТБО. Более высокая скорость нагрева, более высокая температура пиролиза и более короткое время пребывания максимизируют выход газа.

Таким образом, разработанный метод утилизации ТБО позволяет получить газ высокого уровня (более 50%) и применять его после очистки в виде альтернативной энергии. Также чёрная, твёрдая часть после сгорания в бескислородной среде в установке, которую можно использовать как сырье для брикетирования или добавки в состав асфальта. По данным

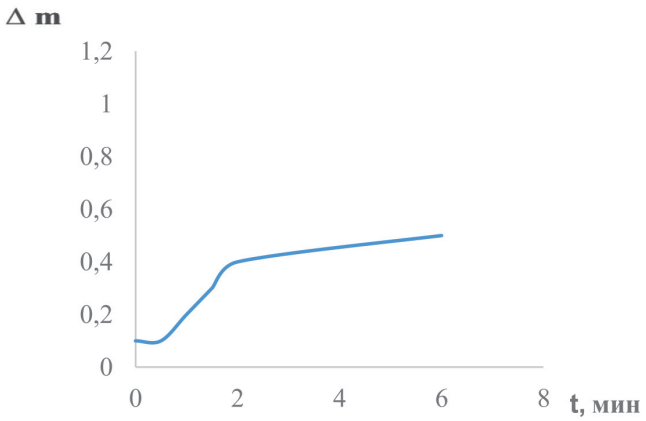


Рис 7. График изменения массы ТБО во времени, при температуре 400 °С

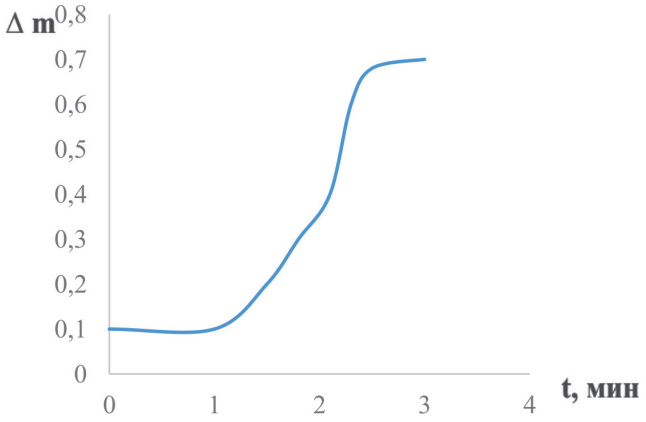


Рис 8. График изменения массы ТБО во времени, при температуре 550 °С

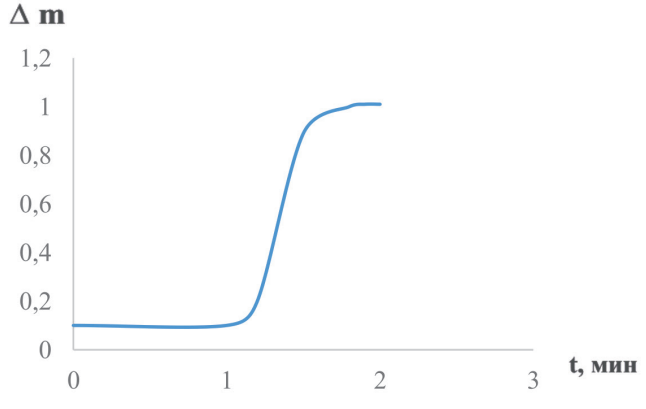


Рис 9. График изменения массы ТБО во времени, при температуре 700 °С

опытов видно, что в обоих случаях полученные результаты доказывают, что метод является простым для утилизации ТБО.

При пиролизе твердых бытовых отходов в основном получают три вида продуктов - пирогаз, жидкий продукт и твердый продукт углерода. В состав пирогаза входят в основном горючие SO, N_2, CH_4, C_2H_6 и другие виды газов. Если процесс пиролиза ТБО будет осуществляется в малокислородной или бескислородной среде, то в избыточной кислородной среде они превращаются в полный углекислый газ и воду [5; с. 22-27].

В зависимости от температуры процесса пиролиза он подразделяется на следующие виды:

– низкотемпературный пиролиз или полукоксование (до 550 °C) при таких условиях выход жидкого продукта максимален, а твердый продукт с пирогазом и углем плохо образуется. Среднетемпературный пиролиз или среднетемпературное коксование (от 600 до 900 °C) при таких условиях количество жидкого продукта не превышает 550 °C;

– высокотемпературный пиролиз или коксование (выше 1000 °C) при таких условиях количество жидких и твердых продуктов минимально, а количество пирогазов образуется как можно больше.

В нашем эксперименте процесс пиролиза начинается от температуры 118 до 700 °C. Было проведено несколько экспериментов при разных температурах. Проведенными экспериментами самой оптимальной температурой пиролиза доказана температура 550 °C. Все эксперименты проводились в низкотемпературных и средних видах пиролиза.

Газ, образующийся при пиролизе, сжигается в реакторе с целью обеспечения процесса пиролиза теплом, а избыточный газ сжигается в Факеле или передается другому потребителю. Кроме того, избыток пирогаза может использоваться в газогенераторе для вырабатывания электроэнергии.

Плотность газа 0,75 - 0,85 кг/м^3, температура горения 17,75 – 18,55 МДж/кг, средний химический состав: азот 12 – 20 %, водород 18 – 25 %, сажевый газ 15 – 18 %, углекислый газ 10 – 18 %, метан 24 – 47 %, другие газы 2,5 – 5 %, кислород 0,5 - 0,7 %, водяной пар 10 - 12 %.

Жидкие продукты пиролиза направляются в теплицы в качестве печного топлива. Различные (бензин, дизельное топливо, масло, смолы и т.д.) путем дополнительной переработки

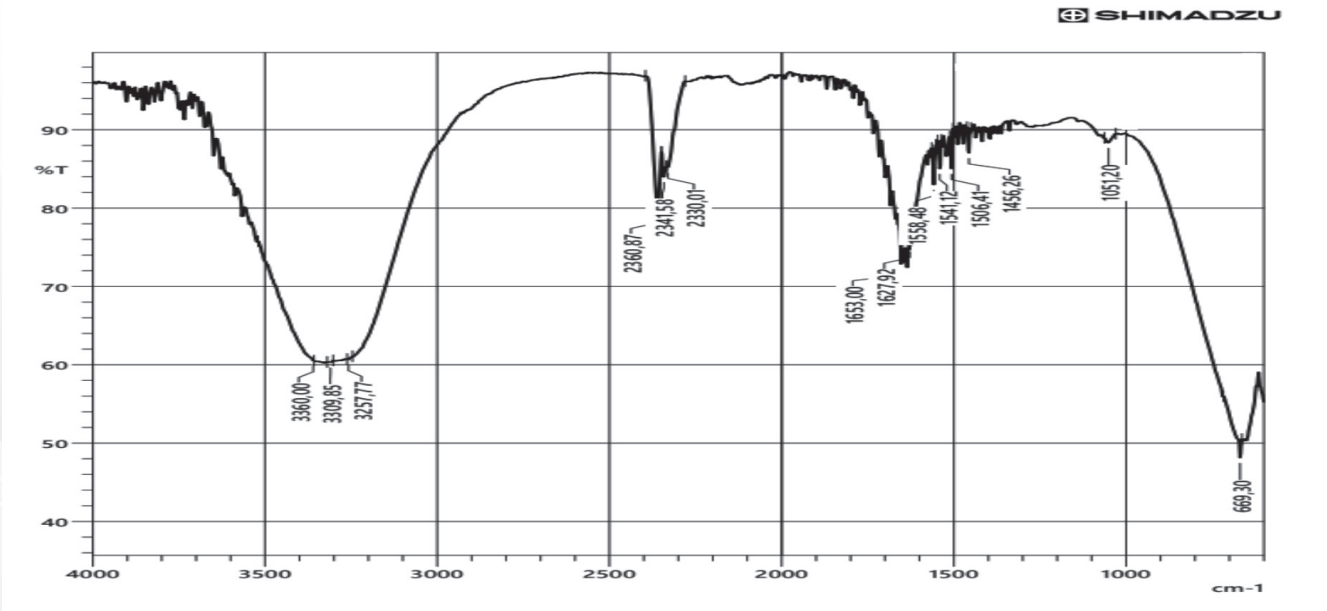


Рис. 10. ИК-спектр жидкой фракции, полученного при пиролизе ТБО

жидких продуктов могут быть преобразованы в качественные продукты. Состав ТБО и температура процесса пиролиза, а также плотность жидкого продукта пиролиза, получаемого в зависимости от количества кислорода, составляют в среднем 920 – 980 кг/м^3, температура горения 45 – 50 МДж/кг, содержание серы 0,1 – 1,0 %, относительная вязкость 6,5 – 7,5 сст.

Данные ИК-спектроскопического исследования показывают, что деформационные колебаний в области 1460 см$^{-1}$ свидетельствуют о наличии в С – Н связи. Валентные колебания в области 3374 – 3287 см$^{-1}$ относятся к группе C=C – CH_2 – OH первичных спиртов. Также встречаются сильные сопряжения в интервале 1650–1500 см$^{-1}$, показывающие аминовые, амидовые R – C(O) – NH_2 и нитро-нитриловые группы R – NO_2.

Твердый продукт с углеродом охлаждают, пропускают через магнитный сепаратор и упаковывают в виде брикета или порошка по желанию потребителя. Твердый продукт пиролиза с углеродом может быть использован в резиновом машиностроении в качестве наполнителя, а также в качестве высококалорийного топлива. Плотность технического угля составляет 410 – 450 кг/м^3, теплота горения – 25 – 30 МДж / кг, зола – 10 - 15 %, твердость – 90 – 95 %, количество летучих веществ – 20 – 25 %.

Твердая часть после пиролиза ТБО имеет по данными ИК-спектроскопии карбоксилные (R – C(O) – OH) группы в области 2500 – 3500 см$^{-1}$. Сильное напряжение в области 2240 – 2260 см$^{-1}$ подтверждает наличие R – C ≡ N, а также двойные связи относящихся к алкенам (C = C – CH_2 – OH) содержащие гидроксильные группы дают возможность использования твердой части продукта пиролиза как адсорбента из-за наличия функциональных групп.

Металл, который отделяется магнитным сепаратором, представляет собой качественную сталь, которая отправляется на переработку в качестве металлообработки.

Основные процессы	Промежуточные процессы
$C + H_2O = CO + H_2$	$H_2 = 2[H]$
$C + CO_2 = 2CO$	$O_2 = 2[O]$
$C + O_2 = CO_2$	$C_2H_6 \leftrightarrow 2\cdot CH_3$
$C_2H_2 = 2C + H_2$	$C_2H_4 + [H] \leftrightarrow H_2 + \cdot C_2H_3$
$C_6H_6 = 3C_2H_2$	$CH_4 = \cdot CH_3 + [H]$
$C + H_2O = CO + H_2$	$CH_4 + [H] = \cdot CH_3 + H_2$
$CO + H_2O = CO_2 + H_2$	$CH_4 + [OH] = \cdot CH_3 + H_2O$
$C + CO_2 = 2CO$	$CH_4 + [O] = \cdot CH_3 + [OH]$
$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$	$\cdot CH_3 + H_2O = CH_4 + [OH]$
$CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O$	$\cdot CH_3 + H_2 = CH_4 + [H]$
$2C + 2H_2O = CH_4 + CO_2$	$\cdot CH_3 + M = :CH_2 + [H] + M$
$C + 2H_2 = CH_4$	$\cdot CH_3 + O_2 = CH_3O + [O]$
$3C + 2H_2O = CH_4 + 2CO$	$CH_3 + \cdot OH = CH_2O + H_2$
$2CH_4 + O_2 = 2CH_3OH$	$\cdot CH_3 + [O] = CH_2O + [H]$
$2CH_3OH = C_2H_4 + 2H_2O$	$CH_3O + M = CH_2O + [H] + M$

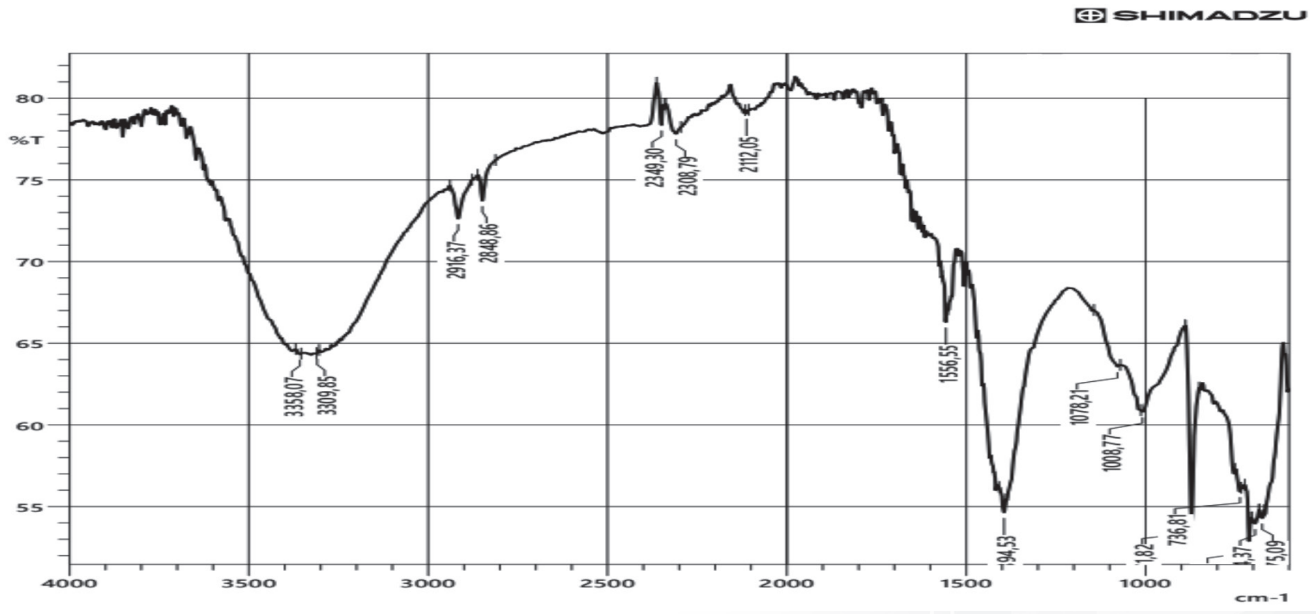


Рис. 11. ИК-спектр твердой части пиролизного процесса

$2C_2H_4 = C_4H_8$	$CH_2O + M = HCO\cdot + [H] + M$
$CH_4 + O_2 = CH_2O + H_2O$	$HCO\cdot + M = CO + [H] + M$
$6CH_2O = C_6H_3(OH)_3 + 3H_2O$	$O_2 + M = 2[O] + M$
$4C_2H_2 + H_2 = C_4H_4 + C_3H_8 + CH_4$	$H_2 + M = 2[H] + M$
$CH_4 + O_2 = C_2H_2 + H_2O$	$[H] + O_2 = [O] + [OH]$
$C_2H_2 + H_2O = CH_3CHO$	$H + H_2O = H_2 + OH$
$2CH_3CHO = C_3H_5CHO + H_2O$	$H_2 + O = H + OH$
$nCO + (2n+1)H_2 = CnH_{2n+2} + nH_2O$	$H_2O + M = H + OH + M$
$CO_2 + CH_4 = CH_3COOH$	$H_2O + O = OH + OH$
$CH_3COOH + CH_4 = CH_3COCH_3 + H_2O$	$CO + OH = CO_2 + H$
$CH_3CHO + H_2 = CH_3CH_2OH$	$CO + O_2 = CO_2 + O$
$C_3H_5CHO + 2H_2 = C_3H_7CH_2OH$	

Исследование химического состава жидких продуктов пиролиза. В процессе пиролиза ТБО был проведен физико-химический инструментальный анализ различных жидких изделий, и результаты имеют следующее обсуждение. Из современных типов анализа используются ИК-Фурье, ГХ и др. Структурное исследование состава пиролизного масла облегчает характеристику жидкости как с химической, так и с физической стороны.

Анализ ИК-спектрометра показал, что углеводороды с жидким содержанием горючего топлива, полученные в результате пиролиза пластмасс, были аналогичны в основном содержанию бензина и дизельного топлива, независимо от области применения [6]. При анализе ГХ и 1Н-ЯМР анализе процесса пиролиза полиэтилена и полипропилена составляет 80 – 90 % 1-алкенов и n-алканов состава жидкого продукта [7]. Стало известно, что состав комбинированных бескислородных жидких продуктов пиролиза полимерных веществ состоит в основном из парафинов с прямыми и сетчатыми цепными олефинами, содержащими C_1 – C_{25} [8]. На основании данных литературы показано, что состав жидких продуктов смешанного процесса пиролиза в основном состоит из α-олефинов, n-парафинов, 2,6-диметилгептадиена, 2,4-диметил-1-гептена, 2-метил-1-октена, 2-метил-2-октена и высоких n-парафинов C_{16}.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

На основании полученных результатов процесса пиролиза можно сделать вывод, что жидкие продукты могут быть использованы в качестве добавки к дизельному топливу.

Нами предлагаемая технология позволяет преобразовать ТБО в альтернативную энергию, уменьшить антропогенных изменений на экологию, уменьшить полигоны для выбросов ТБО. Пирогаз с целью использования альтернативного источника энергии одно из перспективных направлений в будущем по переработке ТБО. Конечно, один современный мусороперерабатывающий завод или комплекс обойдется нам дорого, но в будущем это постепенно обязательно окупится.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.В. Ламзина, А.В. Голдов, Я.И. Князев, И.А. Полозова, В. Ф. Желтобрюхов. Получение и использование альтернативного топлива из твердых бытовых отходов для цементной промышленности // ИВД. 2014. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-i-ispolzovanie-alternativnogo-topliva-iz-tverdyh-bytovyh-othodov-dlya-tsementnoy-promyshlennosti (дата обращения: 23.03.2021).

2. Ламзина И.В., Желтобрюхов В.Ф., Шайхиев И.Г. Зарубежная практика использования альтернативного топлива из отходов для цементной промышленности // Вестник Казанского технологического университета. 2015. №17. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnaya-praktika-ispolzovaniya-alternativnogo-topliva-iz-othodov-dlya-tsementnoy-promyshlennosti (дата обращения: 23.03.2021).

3. ***Lakhveer Singh, Abu Yousuf and Durga Madhab Mahapatra. Bioreactors. Sustainable Design and Industrial Applications in Mitigation of GHG Emissions.*** Book • 2020. https://www.perlego.com/book/1814433/bioreactors-sustainable-design-and-industrial-applications-in-mitigation-of-ghg-emissions-pdf

4. ***Prabir Basu. Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction (Third Edition),*** Academic Press, –2018, –P. 155-187. ISBN 9780128129920, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812992-0.00005-4

5. ***Conclusions directive on the prevention of air pollution from new municipal waste incineration plant*** // Offic. European Communities. –1989. №163. – P. 32-36.

6. ***Horvat, N., & Ng, F.T.T. (1999). Tertiary polymer recycling: study of polyethylene thermolysis as a first step to synthetic diesel fuel.*** Fuel, 78(4), –P. 459 - 470. https://doi.org/10.1016/S0016-2361(98)00158-6.

7. ***Kunwar, B., Cheng, H. N., Chandrashekaran, S.R. & Sharma, B.K. (2016). Plastics to fuel.*** A review. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 54. –P. 421 - 428. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.015.

8. ***Андрейцев, Д. Ф. Технические и экономические проблемы вторичной переработки и использования полимерных материалов*** // Д. Ф. Андрейцев, Т. Е. Артемьева, С. А. Вильниц. – Москва, –1972. –С. 83.



УДК: 331.108

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) В HR-МЕНЕДЖМЕНТ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

[1]Яковлева Ю.А., [2]Ташева З.И.
[1]ООО Person Hunters – Ташкент, Узбекистан.
[2]СП ООО Uz-Kor Gas Chemical – Нукус, Каракалпакстан.

АННОТАЦИЯ

В настоящее время нефтегазовая промышленность оказывается в центре внимания в условиях сложившейся экономической и геополитической ситуации в свете стремительных изменений в технологиях и требованиях к управлению человеческих ресурсов. Внедрение цифровых решений в деятельность нефтегазовых компаний может значительно улучшить их экономическую и операционную эффективность. Данная научная статья представляет собой обзор современных тенденций в области применения искусственного интеллекта (ИИ) в управлении человеческими ресурсами (HR) с фокусом на нефтегазовой отрасли. В исследовании изучаются конкретные области в сфере HR, которые уже автоматизированы с использованием ИИ. Проанализированы результаты внедрения ИИ в процессы подбора персонала, адаптации и обучения сотрудников. Освещены практические примеры успешной автоматизации, включая улучшение точности отбора кандидатов и оптимизацию программ обучения. Рассмотрены глобальные тенденции в области ИИ, наиболее актуальные для нефтегазовой отрасли в контексте управления человеческими ресурсами. Обсуждаются вызовы и возможности, связанные с внедрением ИИ, адаптированные к специфике данной отрасли. В статье рассматривается потенциал повышения эффективности процессов найма, обучения и удержания персонала при внедрении ИИ. Анализируются конкретные технологии, позволяющие создать персонализированные программы обучения и повысить вовлеченность сотрудников. Исследуются возможные препятствия и проблемы, которые могут возникнуть при интеграции ИИ в существующие HR-системы, с акцентом на нефтегазовую отрасль. Обсуждаются вопросы безопасности данных, этические аспекты и необходимость соответствия регулированиям. В статьи рассматривается проблема измерения рентабельности инвестиций (ROI) при внедрении ИИ в HR. Представлены методы оценки ROI, адаптированные к специфике человеческих ресурсов, и выявлены ключевые показатели эффективности, необходимые для адекватной оценки влияния технологий ИИ на бизнес-процессы предприятия. В заключительной части статьи рассматриваются перспективы изменений в стратегиях управления человеческими ресурсами в нефтегазовой отрасли, вызванных внедрением технологий ИИ. Анализируя возможные преимущества, вызовы и адаптационные меры, которые необходимы для успешной интеграции ИИ в управленческие практики этой отрасли.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Менеджмент, цифровая трансформация, Искуственный Интелекс, Управление персоналом, рентабельность инвестиций, ROI, автоматизация HR, человеческие ресурсы.

ABSTRACT

Currently, the oil and gas industry is in the spotlight in the current economic and geopolitical situation in light of rapid changes in technology and requirements for human resource management. The introduction of digital solutions into the activities of oil and gas companies can significantly improve their economic and operational efficiency. This scientific article provides an overview of current trends in the application of artificial intelligence (AI) in human resource (HR) management, with a focus on the oil and gas industry. The study examines specific areas in HR that are already automated using AI. The results of introducing AI into the processes of personnel selection, adaptation and employee training

are analyzed. Practical examples of successful automation are highlighted, including improving the accuracy of candidate selection and optimizing training programs. Global trends in the field of AI, most relevant for the oil and gas industry in the context of human resource management, are considered. The challenges and opportunities associated with the implementation of AI are discussed, tailored to the specifics of this industry. The article examines the potential for increasing the efficiency of recruitment, training and retention processes when introducing AI. Specific technologies are analyzed that allow you to create personalized training programs and increase employee engagement. Explores potential obstacles and challenges that may arise when integrating AI into existing HR systems, with a focus on the oil and gas industry. Data security, ethical considerations, and the need for regulatory compliance are discussed. The article addresses the problem of measuring return on investment (ROI) when implementing AI in HR. Methods for assessing ROI, adapted to the specifics of human resources, are presented, and key performance indicators necessary for adequately assessing the impact of AI technologies on the business processes of an enterprise are identified. The final part of the article examines the prospects for changes in human resource management strategies in the oil and gas industry caused by the introduction of AI technologies. Analyzing the possible benefits, challenges and adaptation measures that are needed to successfully integrate AI into the management practices of this industry.

KEYWORDS: Management, digital transformation, Artificial Intelligence, HR management, return on investment, ROI, HR automation, human resources.

Обзор современных тенденций.

Когда мы говорим о проникновении ИИ в HR можно выделить следующие области в которых уже сейчас нашел применение ИИ:

1. Рекрутинг и подбор персонала. ИИ помогает автоматизировать процесс отбора кандидатов, сканируя резюме и профили в социальных сетях, чтобы выявлять подходящих кандидатов. Это может включать оценку навыков, опыта и потенциальной подходящести к корпоративной культуре.

2. Анализ данных сотрудников. ИИ используется для анализа данных о сотрудниках, включая оценку производительности, прогнозирование текучести кадров и идентификацию потребностей в обучении.

3. Обучение и развитие. Использование адаптивного обучения и персонализированных обучающих программ, которые могут быть настроены под индивидуальные потребности и стиль обучения каждого сотрудника.

4. Чат-боты и виртуальные помощники. ИИ-чат-боты и виртуальные помощники могут отвечать на вопросы сотрудников, помогать в ориентации новых сотрудников и предоставлять информацию о политиках компании.

5. Прогнозирование и планирование. ИИ используется для прогнозирования потребностей в найме, планирования рабочей силы и оптимизации расписаний сотрудников.

Эксперты компаний Knomary и ТеДо провели углубленные интервью с ведущими российскими компаниями, такими как Сбер, Ростелеком, Севергрупп и Авито, для изучения применения ИИ в HR [1]. Основные цели исследования включали определение реального потенциала ИИ в HR, выявление недооцененных областей его применения и понимание будущих инноваций.

Применение ИИ в HR выходит за рамки простого рекрутинга и прогнозирования текучести кадров. Компании используют ИИ для обучения сотрудников, управления трудозатратами, подготовки HR-документов, усовершенствования внутренних и внешних чат-ботов и создания индивидуализированных рекомендаций Рис.1.. Екатерина Баталина из компании ТеДо отмечает, что ИИ уже трансформирует операционные модели и открывает новые возможности для качественного управления персоналом.

Основными препятствиями для дальнейшего развития ИИ в HR являются скептицизм руководства и сотрудников, проблемы информационной безопасности и недостаток данных для обучения моделей [1]. Егор Петрочук из Knomary подчеркивает, что сегодняшние барьеры скорее связаны с управлением и корпоративной культурой, чем с ограничениями самой технологии.



Рис.1. Подфункции / задачи HR, которые уже решает ИИ

Наконец, популярность ИИ, подпитываемая такими продуктами, как ChatGPT, влияет на его развитие и распространение, хотя более фундаментальные факторы, такие как экономический и качественный эффект, снижение стоимости использования и наличие квалифицированных специалистов, имеют большее значение.

Глобальные тенденции в области ИИ в HR-сфере в нефтегазовой отрасли

Важные глобальные тенденции в области искусственного интеллекта (ИИ) в HR-сфере включают в себя автоматизацию рекрутинга, аналитику и прогнозирование в области персонала, повышение эффективности обучения и развития сотрудников, улучшение взаимодействия с сотрудниками, а также этику и прозрачность в использовании ИИ в HR при подборе кандидатов и безопасности данных.

Для нефтегазовой отрасли эти тенденции могут оставаться актуальными, но с некоторыми специфическими особенностями. Например, важна специализированная экспертиза при подборе персонала для проектов в нефтегазовой отрасли, а также управление безопасностью и соблюдение нормативов в этой отрасли и могут требовать особого внимания при использовании ИИ в HR.

Ключевые препятствия для интеграции ИИ в существующие HR-системы

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в существующие HR-системы может столкнуться с рядом препятствий, как технического, так и организационного характера [2]. Вот некоторые из наиболее распространенных проблем, с которыми могут столкнуться компании:

Технические препятствия

1. Несовместимость систем: Существующие HR-системы могут быть несовместимы с новыми ИИ-решениями, требуя значительных усилий для интеграции или модификации.

2. Недостаток качественных данных: ИИ зависит от больших объемов качественных данных для обучения и анализа. Недостаток или низкое качество данных может существенно снизить эффективность ИИ-систем.

3. Проблемы безопасности и конфиденциальности данных: Обеспечение безопасности личных данных сотрудников и соответствие законодательным нормам о защите данных являются ключевыми требованиями.

4. Технические ограничения существующего ПО: Платформы, на которых базируются текущие HR-системы, могут быть устаревшими или ограниченными в плане интеграции с ИИ-технологиями.

Организационные препятствия

1. Сопротивление изменениям: Сотрудники и руководители могут быть скептически настроены по отношению к новым технологиям из-за недостатка понимания или боязни потери контроля и работ.

2. Недостаток квалификации персонала: Необходимость в обучении сотрудников работе с новыми ИИ-инструментами и аналитике данных.

3. Корпоративная культура: Компании с традиционной корпоративной культурой могут испытывать трудности в принятии инноваций, особенно если это касается автоматизации процессов, традиционно выполняемых человеком.

4. Бюджетные ограничения: Инвестиции в ИИ-технологии требуют значительных начальных затрат, что может быть проблематично для компаний с ограниченными финансовыми ресурсами.

Стратегические и юридические препятствия

1. Неопределенность ROI: Трудности в оценке ожидаемой отдачи от инвестиций в ИИ могут сдерживать готовность компаний к инвестированию.

2. Соответствие законодательству: Необходимость соответствия международным и национальным законам о конфиденциальности и защите данных.

3. Этические соображения: Вопросы справедливости и предвзятости в автоматизированных решениях, особенно в контексте найма и оценки сотрудников.

Решение этих препятствий требует комплексного подхода, включая технические улучшения, организационные изменения, обучение персонала и разработку стратегических планов по внедрению и использованию ИИ в HR-процессах.

Рентабельность инвестиций (ROI) при внедрении ИИ в HR

Измерение рентабельности инвестиций (ROI) при внедрении ИИ в сферу управления человеческими ресурсами (HR) включает в себя оценку как прямых, так и косвенных выгод от вложений по сравнению с затратами на их реализацию [3]. Вот основные шаги и методы для измерения ROI при внедрении ИИ в HR:

1. Определение затрат

• Начальные инвестиции: Включают стоимость приобретения или разработки системы ИИ, интеграции с существующими системами, а также затраты на лицензии и техническую поддержку.

• Операционные затраты: Регулярные расходы на обслуживание, обновление, обучение персонала и другие текущие расходы, связанные с эксплуатацией системы.

2. Оценка прямых выгод

• Снижение затрат на найм: Экономия, достигаемая за счет ускорения процесса отбора и сокращения времени найма.

• Уменьшение текучести кадров: Сэкономленные средства за счет уменьшения затрат на замену уходящих сотрудников.

• Повышение производительности: Увеличение выхода работы благодаря более эффективным HR-процессам.

3. Анализ косвенных выгод

• Улучшение качества найма: Как ИИ влияет на подбор более квалифицированных и подходящих сотрудников.

• Повышение удовлетворенности и вовлеченности сотрудников: Влияние на общую рабочую атмосферу и продуктивность.

• Оптимизация обучения и развития сотрудников: Влияние на профессиональный рост и развитие навыков сотрудников.

4. Расчет ROI

ROI рассчитывается по формуле:

$$ROI = \frac{\text{Общие выгоды} - \text{Общие затраты}}{\text{Общие затраты}} \times 100\%$$

где:

• Общие выгоды включают как прямые, так и косвенные экономические выгоды от использования ИИ.

• Общие затраты включают все затраты, связанные с внедрением и эксплуатацией ИИ в HR.

5. Долгосрочная перспектива

• Устойчивое развитие: Рассмотрение долгосрочного влияния на корпоративную культуру и управленческие процессы.

• Технологические обновления: Оценка гибкости и масштабируемости решения ИИ для соответствия будущим требованиям и технологическим тенденциям.

Эффективное измерение ROI требует четкого понимания как начальных и операционных затрат, так и краткосрочных и долгосрочных выгод от внедрения ИИ в HR. Кроме того, важно учитывать изменяющуюся природу рабочей среды и технологических тенденций, а также потребность в постоянном обновлении и адаптации системы ИИ к меняющимся потребностям бизнеса и сотрудников [4-5].

Для достижения максимального ROI, важно также акцентировать внимание на мониторинге и оценке эффективности внедренных ИИ-систем в реальных условиях работы. Это включает в себя регулярный сбор обратной связи от сотрудников, анализ показателей эффективности, а также своевременное внесение корректировок в систему на основе полученных данных.

Результаты прогнозного исследования

Чтобы построить гипотезы относительно по-

Предположения:	Внедрение ИИ:	Ожидаемый ROI:
Гипотеза 1: Малый бизнес		
– Небольшая компания с до 100 сотрудниками. – Ограниченные ресурсы и бюджет на HR. – Высокая текучесть кадров.	– Автоматизация процессов отбора и найма. – Использование базовых аналитических инструментов для оценки производительности и удержания сотрудников.	– Снижение затрат на найм за счет сокращения времени на подбор кандидатов и уменьшение ошибок при найме. – Улучшение удержания сотрудников, что снижает затраты на замену персонала. – Прогнозируемый ROI в первый год: 20-40%.

Гипотеза 2: Крупная корпорация		
– Большая компания с более чем 1000 сотрудниками. – Значительные ресурсы и бюджет для HR. – Сложные HR-процессы и стратегии удержания персонала.	– Развертывание масштабных систем ИИ для автоматизации HR-процессов. – Продвинутая аналитика для управления талантами, обучения и развития персонала.	– Значительное повышение эффективности HR-процессов. – Улучшение качества найма и сокращение текучести кадров. – **Прогнозируемый ROI в первый год:** 30-60%.
Гипотеза 3: Технологическая компания в нефтегазовой отрасли		
– **Специфика отрасли:** Высокая степень зависимости от технологий, большой объем данных, строгие требования к безопасности и эффективности. – **Конкурентный и инновационный драйвер:** Необходимость поддерживать высокий уровень инноваций для улучшения эффективности добычи и переработки. – **Высокие требования к квалификации сотрудников:** Необходимость привлекать и удерживать высококвалифицированный персонал.	– **Адаптация под отраслевые требования:** Разработка и интеграция специализированных ИИ-решений для управления персоналом в условиях высоких технологических и безопасных стандартов. – **Фокус на оптимизацию и безопасность:** Использование ИИ для анализа рисков, обучения по вопросам безопасности и управления критически важными проектами.	– **Улучшение операционной эффективности:** Оптимизация HR-процессов, включая найм, обучение и удержание, специфических для отрасли требований. – **Снижение рисков:** Повышение безопасности и сокращение вероятности ошибок за счет автоматизации и улучшенного анализа данных. – **Укрепление позиций на рынке талантов:** Привлечение и удержание высококвалифицированных специалистов благодаря инновационным подходам в HR. – **Прогнозируемый ROI в первый год:** 30-60%, с возможностью дальнейшего роста за счет повышения эффективности и снижения операционных рисков.

тенциального ROI от внедрения ИИ в HR для конкретного предприятия, давайте рассмотрим несколько различных сценариев. Эти гипотезы будут базироваться на общих предположениях и могут служить отправной точкой для более глубокого анализа.

Для технологических компаний в нефтегазовой отрасли, внедрение ИИ в HR может принести значительные преимущества, связанные с улучшением эффективности, безопасности и инновационности. Однако это также требует учета специфических отраслевых требований и высокого уровня адаптации технологических решений. Реализация такого проекта потребует значительных инвестиций и специализированных знаний, но потенциальный ROI оправдывает эти затраты, особенно в долгосрочной перспективе.

Как эти изменения могут повлиять на стратегии управления человеческими ресурсами в нефтегазовой отрасли?

Внедрение искусственного интеллекта в HR-системы нефтегазовой отрасли приведет к глубокой автоматизации процессов отбора и найма, значительно повышая их эффективность и точность. Это позволит компаниям лучше прогнозировать потребности в персонале, особенно в сферах, требующих высокой квалификации. ИИ также усилит персонализированные подходы в обучении и развитии сотрудников, учитывая уникальные требования и риски, связанные с безопасностью в нефтегазовой отрасли.

Интеграция ИИ в HR-процессы поможет в управлении талантами, особенно в отношении подбора, оценки и удержания высококвалифи-

цированных специалистов, которые критически важны для этой отрасли [6-7]. Технологии ИИ способствуют более глубокому анализу производительности сотрудников и их вклада в ключевые бизнес-процессы, что особенно актуально для проектно-ориентированных операций в нефтегазовой сфере. Повышение точности прогнозирования текучести кадров и потребностей в обучении также станет важным фактором для устойчивости и гибкости компаний в меняющихся экономических условиях .

Одновременно, внедрение ИИ потребует от компаний нефтегазовой отрасли переосмысления своих корпоративных культур и стратегий по управлению изменениями, чтобы обеспечить гладкую интеграцию новых технологий и подходов. Важно также учитывать этические и конфиденциальные аспекты использования данных сотрудников, особенно в контексте строгих нормативных требований в нефтегазовой отрасли. В целом, эти изменения открывают путь к более инновационному, эффективному и безопасному управлению человеческими ресурсами в нефтегазовом секторе.

Методы и материалы:

В статье произведен анализ ключевых аспектов управления человеческими ресурсами компаний нефтегазовой отрасли, сильных и слабых сторон предприятий, изучены факторы препятствующие внедрению ИИ в деятельность HR служб, также произведены примерные расчеты эффективности использования искусственного интеллекта. В свою очередь произведена классификация видов деятельности, где применение ИИ дает высокие результаты, а также заменяет рутинную механическую работу, что значительно высвобождает время сотрудников HR департаментов на решение других, более важных задач.

Учитывая, что данное направление является относительно новым, соответственно, остро ощущается недостаточность информации для глубинного анализа, также отсутствие аналогичных проектов интеграции ИИ и существующих автоматизированных систем, затрудняет решение поставленной в статье задачи.

Результаты исследования:

В результате проведенного анализа перспектив внедрения искуственного интереска в сфере управления персоналом, показала достаточно большие возможности для широкого применения нейроадаптивных алгоритмов для автоматизации процессов, в особенности в нефтегазовой сфере в таких областях как подбор персонала, анализ занных по персоналу и прогнозирование движения персонала в компании, обучение и разитие персонала, а также дает возмодности к дальнейшему расширению области применения.

В заключение, измерение ROI при внедрении ИИ в HR - это непрерывный процесс, требующий внимания к деталям, гибкости в управлении изменениями и приверженности непрерывному улучшению. Успешные компании часто используют комбинацию квантитативных метрик и качественных оценок для всестороннего понимания воздействия ИИ на свои HR-процессы.

По итогам предварительногоанализа экономической эффективности внедрения ИИ в деятельность HR, мы уже сейчас можем прогнозировать рост экономической эффективности от внедрения ИИ в нефрегазовой свере в среднем от 30-80%.

Заключение:

Основываясь на анализе влияния искусственного интеллекта (ИИ) на управление человеческими ресурсами (HR), особенно в нефтегазовой отрасли, вот несколько ключевых рекомендаций для дальнейших исследований и практических применений ИИ в HR:

1. Более глубокий анализ потребностей отрасли, который будет включать уникальные риски, требования к безопасности и навыки, чтобы настроить ИИ-решения под конкретные потребности, позволит получить более точные данные которые в будущем позволят более гибко подойти к вопросу внедрения ИИ в нефтегазовой отрасли.

2. Исследование влияния ИИ на различные аспекты HR, разработка кейсов применения ИИ в найме, обучении, оценке и удержании сотрудников, с учетом особенностей нефтегазовой отрасли.

3. Оценка рентабельности инвестиций (ROI), количественный анализ ROI от внедрения ИИ в HR, учитывая как непосредственные экономические выгоды, так и косвенные эффекты, такие как улучшение безопасности и корпоративной культуры, может более благотворно повлиять на.

4. Этические и правовые аспекты использования ИИ. Необходимо изучение этических и юридических вопросов, связанных с использованием ИИ, включая конфиденциальность данных и предвзятость в принятии решений.

5. Разработка стратегий адаптации и обучения. Фокус на разработке программ обучения и адаптации сотрудников для работы с новыми технологиями, учитывая изменения в рабочих процессах и корпоративной культуре.

6. Интеграция ИИ с существующими HR-системами. Оценка возможностей интеграции ИИ с уже существующими HR-системами и процессами позволит сократить время и затраты на внедрение ИИ.

С учетом быстрого развития технологий ИИ и их потенциала для трансформации HR, эти рекомендации могут служить отправной точкой для глубокого и системного подхода к изучению и применению ИИ в управлении человеческими ресурсами в нефтегазовой отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Семенихин, Е. Баталина, Искусственный интеллект в HR. Кейсы российского рынка.// Совместное исследование «Технологий Доверия» и Knomary. 48

2. Искусственный интеллект в HR - Talent Management [Электронный ресурс] – URL: https://www.talent-management.com.ua/5202-iskusstvennyj-intellekt-v-hr/

3. И.Н. Лесников, Инвестиционная составляющая в системе сбалансированных показателей оценки персонала / И.Н. Лесников // Управление персоналом. 2009. № 4.

4. Phillips, Jack J. Measuring ROI: Fact, Fad or Fantasy? Training+ Development. 2007. April. P.42–46

5. J.W. Boudreau & P.R. Ramstad (2004). Talentship and Human Resource Measurement and Analysis: From ROI to Strategic Organizational Change, Center for Effective Organizations, G 04-17 (469), pp. 4-5.

6. S. Heuvel, & T. Bondarouk (2016). The Rise (and Fall) of HR Analytics. HR Division International Conference (HRIC) 2016, Sidney, Australia, 20-22 February, 2016.

7. Human Capital ROI: Definition, Formula, and Calculation - [Электронный ресурс] / Электронный портал AIHR (Academy to Innovate HR) - Режим доступа: https://www.aihr.com/blog/human-capital-roi/ (дата обращения 05.12.2022)