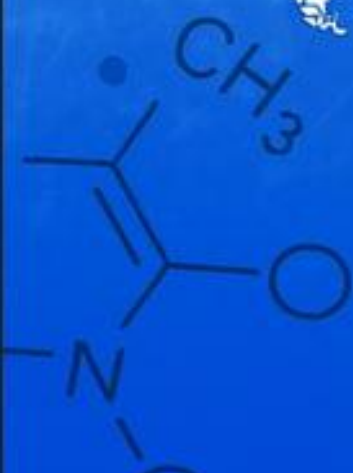


ISSN-3030-3885

# INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC BULLETIN

**VOLUME 2, ISSUE 2, OCTOBER 2025**



**ISSN 3030 – 3885**

**INTERNATIONAL JOURNAL  
OF SCIENTIFIC BULLETIN**

**International Scientific Electronic Journal**

**International journal of Scientific  
Bulletin****Xalqaro ilmiy axborot jurnali****MUASSIS:****TAHRIRIYAT | EDITORIAL****Jamoatchilik kengashi raisi:****Bosh muharrir****A. M. Xurmamatov – texnika  
fanlari doktori, professor****Ma'sul muharrir:****M. A. Mirsaidov – texnika fanlari  
falsafa doktori, dotsent****Ma'sul muharrir yordamchisi:****B. H. Haydarov – texnika fanlari  
falsafa doktori, v.b.dotsent****Nashr uchun mas'ul:****A. D. Kambarov****O'zbekiston Respublikasi Prezidenti  
Administratsiyasi huzuridagi axborot  
va ommaviy kommunikatsiyalar  
agentligi tomonidan berilgan****№ 140275 raqamli guvohnoma asosida  
ro'yxatga olingan.****Tahririyat manzili:****Farg'ona viloyati, Dang'ara tumani,****Uvaysiy ko'chasi, 26-uy****Telefon: +998943313030****E-mail:****bekzodhaydarov1303@gmail.com****Tahrir kengashi a'zolari:****Alisher Samadov – Texnika fanlari doktori, professor****Axmed Reymov – Texnika fanlari doktori, professor****Dilorom Mirhamitova – Texnika fanlari doktori, professor****Aziza Abdikamalova – Texnika fanlari doktori, professor****Ilhom Usmanov – Texnika fanlari doktori, professor****Olmos Boltayev - Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Muqaddas Isakulova - Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Alexey Nimchik - Texnika fanlari doktori, professor****Nilufar Askarova – Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Rano Toshkodiroya – Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Munixon Meyliyeva - Kimyo fanlari falsafa doktori, dotsent****Zamirbek Xametov - Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Nadira Yusupova – Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Shuxrat Mutalov – Kimyo fanlari doktori, professor****Farxod Muminov – Fizika- matematika fanlari bo'yicha falsafa  
doktori****Tuymurod Xujayev – Fizika- matematika fanlari bo'yicha  
falsafa doktori****Ilxomjon Samandarov - Fizika- matematika fanlari bo'yicha  
falsafa doktori****Shiv Om Singh – Kimyo fanlari doktori, dotsent****Kulbei Andrei – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent****Dildora Sulaymanova – Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa  
doktori****Elena Molotok – Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent****Ravshanbek Najimadinov - Iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa  
doktori****Isomiddin Soxibov – Geologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori****Adham Xasanov – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori,  
dotsent****Otabek Mutalov – Yuridik fanlari bo'yicha falsafa doktori****Soy Alla Pavlovna – Filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori****Isomiddin Yarmatov – Filologiya fanlari bo'yicha falsafa  
doktori**

## **Results of Determining the Modes of Bitumen Movement at Different Temperatures**

**Khurmamatov Abdugaffor Mirzabdullaevich**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Almalyk branch of TSTU

**Yusupova Nadira Kaipbaevna**

Doctor of Philology, Associate Professor, (DSc) doctoral student

"PIAHT" IONKh AS RUz

**Sarsenbaev Nurlan Tenelbaevich**

trainee teacher KSU named after Berdakh

**Abstract:** This article presents the results of determining bitumen flow patterns at various temperatures, the results of reducing the viscosity of BNShK-1 construction bitumen depending on the process temperature, and the results of determining the main hydrodynamic parameters of the mixing process (mixer angular velocity: 31.4 rad/s).

**Keywords:** hydrodynamics, bitumen, mixer, angular velocity, flow pattern, Reynolds factor, laminar flow, turbulent flow.

## **Результаты Определения Режимов Движения Битума при Различных Температурах**

**Хурмаматов Абдугаффор Мирзабдуллаевич**

д.т.н., профессор, Алмалыкский филиал ТГТУ

**Юсупова Надира Кайпбаевна**

д.ф.т.н., доцент, (DSc) докторант

«ПиАХТ» ИОНХ АН РУз

**Сарсенбаев Нурлан Тенелбаевич**

стажёр преподаватель

КГУ имени Бердаха

**Аннотация:** В статье приведены результаты определения режимов движения битума при различных температурах, результаты снижения вязкостей строительного битума марки БНШК-1 в зависимости от температуры процесса и результаты определения основных параметров гидродинамики процесса перемешивания (угловая скорость мешалки-31,4 рад/с).

**Ключевые слова:** гидродинамика, битум, мешалка, угловая скорость, режим движения, Рейнольдс, ламинарный режим, турбулентный режим.

## **Turli Haroratda Bitum Harakati Rejimlarini Aniqlash Natijalari.**

**Xurmamatov Abdug'affor Mirzabdullayevich**

TDTU Olmaliq filiali texnika fanlari doktori, professor

**Yusupova Nadira Kaipbaevna**

Filologiya fanlari doktori, dotsent, (DSc) doktoranti

O'zR AS "PIAHT" IONX

**Sarsenbaev Nurlan Tenelbaevich**

stajyor o'qituvchi

Berdaq nomidagi KDU

Annotatsiya: Ushbu maqolada bitumning turli haroratlarda oqish sxemalarini aniqlash natijalari, BNShK-1 konstruktsiya bitumining jarayon haroratiga qarab yopishqoqligini pasaytirish natijalari va aralashtirish jarayonining asosiy gidrodinamik parametrlarini aniqlash natijalari (mikserning burchak tezligi: 31,4 rad/s) keltirilgan.

Kalit so'zlar: gidrodinamika, bitum, mikser, burchak tezligi, oqim sxemasi, Reynolds omili, laminar oqim, turbulent oqim.

**Ламинарный режим** характерен для битума при низких скоростях и высоких вязкостях. Теплообмен замедлен, теплопередача осуществляется в основном за счёт теплопроводности, возникает температурная неоднородность, требуются более длинные теплообменные поверхности [1].

**Переходный и турбулентный режимы.** Возрастают скорости внутреннего перемешивания. Существенно **увеличивается коэффициент теплоотдачи**. Повышается однородность прогрева и стабильность температуры. Может снижаться перегрев или локальные застои. Переход к более интенсивному режиму (турбулизация) **улучшает теплообмен**, особенно для вязких сред [2].

Классификация режимов течения жидкости или газа в трубах или каналах основывается на числе Рейнольдса ( $Re$ ) – безразмерной величине, характеризующей соотношение между инерционными и вязкими силами в потоке [3].

Ламинарный режим течения –  $Re < 2320$ , в таком режиме движения поток упорядоченный, слоистый. Частицы жидкости двигаются параллельно друг другу. Ламинарный

режим характерен для вязких жидкостей при небольших скоростях. Переходный режим -  $Re \approx 2300-10000$ , поток неустойчивый: может колебаться между ламинарным и турбулентным. Малейшие возмущения могут привести к полному переходу в турбулентность. В этом диапазоне режим трудно предсказать – зависит от геометрии, шероховатости, вибраций и др. Турбулентный режим течения –  $Re > 10000$ , поток хаотичный, со множеством вихрей и пульсаций. Инерционные силы преобладают над вязкими. Характерен для газов, воды в крупных трубах при высоких скоростях [4].

Битум – вязкая неньютоновская жидкость, и его поведение в потоке может отличаться от воды или воздуха. Тем не менее, число Рейнольдса всё ещё используется для ориентировочной оценки режима течения [5].

Ламинарный режим –  $Re < 100 - 500$  (для битума!), движение очень медленное, слоистое, вязкие силы доминируют. Такое течение характерно при транспортировке битума в трубах без нагрева или при очень низких скоростях. Поток устойчивый, без вихрей. Переходный режим –  $Re \approx 500 - 1500$ , поток может колебаться между ламинарным и турбулентным. В этом диапазоне важную роль играют температура, пульсации насоса и шероховатость трубы. Турбулентный режим –  $Re > 1500 - 2000$  (для битума это уже турбулентность), поток хаотичный, с завихрениями, перемешиванием [6].

На режим движения, на скорость потока влияют показатели вязкости и плотности сырья. Вязкость полученных битумов измеряли с помощью вакуумного вискозиметра УБ-1 по ГОСТу 32060- 2013 температура процесса составляет  $70^{\circ}\text{C}$ , объем строительного битума для эксперимента составляет по 50 мл [7].

Температур полученных битумов увеличили от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $180^{\circ}\text{C}$ . Заполнили вискозиметр строительным битумом, избегая образования пузырьков воздуха. Использовали специальный шприц для аккуратного заполнения. Поместили вискозиметр в вертикальное положение. Снимали заглушку и запустили таймер, когда битум начал течь. Измерили время, необходимое для вытекания 50 мл битума. На вискозиметре создавался вакуум, обычно до 300 мм рт. ст. ( $40000 \text{ Па}$ ). Битум протекает через капилляр вискозиметра под действием вакуума. Время, за которое битум проходит определённый объём капилляра, фиксировали секундомером [8].

Динамическую вязкость рассчитывали по этой формуле:

$$\eta = K \cdot t$$

где,  $\eta$  – динамическая вязкость в Паскалях-секундах (Па·с);  $K$  – калибровочный коэффициент вискозиметра (указан в паспорте прибора);  $t$  – время истечения битума через капилляр в секундах [9].

Определили вязкости строительных битумов при различных температурах от 60°C до 180°C. Результаты приведены в табл. 1.

**Таблица 1**

**Результаты снижения вязкостей строительного битума марки БНШК-1 в зависимости от температуры процесса**

| № | Температура продукта, °C | Динамическая вязкость, Па·с | Плотность, г/см <sup>3</sup> | Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с |
|---|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | 60                       | 458                         | 1,05                         | 436                                         |
| 2 | 80                       | 444                         | 1,03                         | 432                                         |
| 3 | 100                      | 424                         | 0,99                         | 428                                         |
| 4 | 120                      | 408                         | 0,96                         | 425                                         |
| 5 | 140                      | 391                         | 0,93                         | 421                                         |
| 6 | 160                      | 372                         | 0,89                         | 418                                         |
| 7 | 180                      | 353                         | 0,85                         | 415                                         |

Из табл.1 видно, что полученный строительный битум БНШК-1 при 60°C имеет динамическую вязкость 458 Па·с. При температуре 80°C динамическая вязкость полученного строительного битума БНШК-1 имеет коэффициент 444 Па·с. С дальнейшим увеличением температуры продукта до 120°C, снижается динамическая вязкость до 408 Па·с. Увеличение температуры продукта до 180°C приводит к снижению динамической вязкости до 353 Па·с. Температура точно так же влияет на плотность и вязкость битума БНШК-2.

Показатель плотности имеет большое значение, при определении гидродинамики, т.е. режим движения потока. Плотность позволяет оценить качество битума и его соответствие стандартам. Это важно для обеспечения долговечности и надёжности строительного материала. Определить показатель плотности помогает в расчёте объёмов и массы материалов, необходимых для использования строительного битума, а также для проведения процесса модификации.

Определение плотности битума для процесса модификации имеет несколько ключевых значений: Знание плотности битума помогает выбрать правильные пропорции модификаторов (например, отходов изношенных шин, ТАР продуктов, полимеров) для достижения необходимых свойств конечного продукта. Отклонения от нормы показателя плотности могут возникнуть проблемы в процессе модификации. При модификации битума важно учитывать его плотность для правильной настройки температуры, чтобы обеспечить однородность и эффективность смешивания. Знание плотности помогает в расчётах затрат на сырьё и в определении необходимого объёма битума для различных строительных проектов. Таким образом, определение плотности полученного битума является важным этапом для успешной модификации, влияющим на конечные свойства и качество модифицированного битума.

Определили плотность полученного битума пикнометром по ГОСТу 32183-2013. Это стандарт идентичен стандарту ASTM D 70-09 «Стандартный метод определения плотности полутвердых битуминозных материалов (пикнометрический метод)» [«Standard test method for density of semi-solid bituminous materials (pycnometer method)», IDT].

Для проведения опытов использовали стеклянного пикнометра состоящей из цилиндрического сосуда, диаметр пробки 24 мм. Высота вогнутой части в центре пробки 12,0 мм. Вместимость закрытого пробкой пикнометра 26 см<sup>3</sup> и имеет массу 40 г. Осторожно нагревали пробу, помешивая для предотвращения локального перегрева, до жидкого состояния, чтобы её можно было перелить. Пробу нагревали до 60°C. Наливали достаточное количество битума в чистый, сухой, нагретый пикнометр. Охлаждали пикнометр с полученным битумом до комнатной температуры в течение 40 мин и взвешивали его вместе с пробкой с точностью до 0,001 г.

Помещали пикнометр в стакан и оставили в течение 30 мин. Высушивали и взвешивали. Обозначаем массу пикнометра с пробой материала и водой буквой D.

Вычисляли относительную плотность:

$$\rho_{\text{относительная}} = \frac{C - A}{B - C - D - C}$$

где, C - масса пикнометра, наполненного строительным битумом, г;

A - масса пикнометра с пробкой, г;

B - масса пикнометра, наполненного водой, г;

$D$  - масса пикнометра с битумом и водой, г;

$$\rho = \rho_{\text{отн.}} \cdot W_m$$

где,  $W_m$  - плотность воды выделенной из состава нефтяного шлама при температуре испытания.

Проводились эксперименты при температурах от 20°C до 180°C. С увеличением температуры снизилась плотность полученного битума от 1,05 г/см<sup>3</sup> до 0,89 г/см<sup>3</sup>.

Расчёт по параметрам мешалки и вязкости. Можно использовать формулы гидродинамики для перемешивающих устройств.

**Линейная скорость на лопастях мешалки:**

$$\vartheta = \omega \cdot r = 31,4 \cdot 0,6 = 18,84 \text{ рад/с};$$

$\omega$  - угловая скорость мешалки (рад/с);  $r$  - радиус вращения лопасти (м).

Эта скорость показывает скорость движения жидкости вблизи лопасти.

**Средняя скорость потока в мешалке** зависит от типа мешалки (лопастная, турбинная, пропеллерная и т.п.), количества оборотов и вязкости битума. Здесь использовалась лопастная мешалка, из 6 лопастей.

**Число Рейнольдса** для вязких жидкостей:

$$Re = \frac{\rho n D^2}{\mu} = \frac{1050 \cdot 400 \cdot 1,2^2}{458} = 1320$$

где,  $\rho$  - плотность битума (кг/м<sup>3</sup>),  $n$  - частота вращения (об/с),  $D$  - диаметр мешалки (м),  $\mu$  - динамическая вязкость битума (Па·с).

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 300}{60} = 31,4 \text{ рад/с}$$

**Таблица 2**

**Результаты определения основных параметров гидродинамики процесса перемешивания (угловая скорость мешалки-31,4 рад/с)**

| № | Температура продукта, °C | Динамическая вязкость, Па·с | Плотность, г/см <sup>3</sup> | Рейнольдс |
|---|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------|
| 1 | 60                       | 458                         | 1,05                         | 1320      |
| 2 | 80                       | 444                         | 1,03                         | 1336      |
| 3 | 100                      | 424                         | 0,99                         | 1345      |

|   |     |     |      |      |
|---|-----|-----|------|------|
| 4 | 120 | 408 | 0,96 | 1355 |
| 5 | 140 | 391 | 0,93 | 1370 |
| 6 | 160 | 372 | 0,89 | 1378 |
| 7 | 180 | 353 | 0,85 | 1387 |

Из табл.2 видно что, температурное воздействие оказывает заметное влияние на вязкость продукта. При повышении температуры от 60°C до 180°C наблюдается **устойчивая тенденция к снижению динамической вязкости** - с 458 Па·с до 353 Па·с. Это связано с разжижением битумного материала, характерным для вязких нефтепродуктов при нагреве. **Плотность продукта** также уменьшается с ростом температуры - с 1,05 г/см<sup>3</sup> при 60°C до 0,85 г/см<sup>3</sup> при 180°C. Это отражает термическое расширение вещества, приводящее к снижению удельной массы. **Число Рейнольдса** демонстрирует **умеренный рост** по мере увеличения температуры, что связано с понижением вязкости и плотности. Значения изменяются от 1320 до 1387, что указывает на **ламинарный или переходный режим течения**, характерный для высоковязких сред при относительно низких скоростях.

Таким образом, при увеличении температуры продукта от 60°C до 180°C наблюдается последовательное снижение всех трёх параметров - динамической вязкости, плотности и кинематической вязкости. Повышение температуры способствует уменьшению вязкости и плотности продукта, улучшая его текучесть и облегчая процессы перекачки и обработки. В то же время, значение числа Рейнольдса увеличивается с 1320 до 1387, что отражает увеличение турбулентности потока из-за снижения вязкости и плотности при более высокой температуре. Это означает, что с ростом температуры усиливаются гидродинамические характеристики продукта, что может способствовать улучшению процессов перемешивания и транспорта.

### Список литературы

1. Егорова Н.А. Совершенствование технологии производстванефтяных битумных вяжущих. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Уфа 2021. 8-с.
2. Гуреев А.А. [и др.] Производство нефтяных битумов: уч. пособие. – М.: Нефть и газ, 2007. – 102 с.
3. Кемалов, А.Ф. Роль активирующих добавок в процессе окисления нефтяного остатка / А.Ф. Кемалов, Т.Ф. Ганиева, Р.З. Фахрутдинов // Химия и технология топлив и масел. – 2003. – № 5. – С. 35-36.

4. Руденская И.М. и Руденский А.В. «Состав, структура и физико-механические свойства нефтяных дорожных битумов», «Вестник ХНАДУ», выпуск 79, 2017 год. С-17-21.
5. Усов Б.А. Горбунова Т.Н. Современные технологии производства дорожных битумов. «Системные технологии», №22, 2017. 67-72 с.
6. Дошлов О.И. Горохов А.П. Технологический комплекс получения модифицированных вяжущих на основе тяжелых нефтяных остатков. ВЕСТНИК ИрГТУ №5 (76) 2013. 122-126 с.
7. Михайлов В.В. О повышении требований к битумам для строительства скоростных дорог // Проблемы производства и применения нефтяных битумов. Труды БашНИИ НП, Вып. XI.- М.: Химия, 1973. – С.7.
8. Холмунинова Д.А. Мамадалиева Ч. / Совершенствование технологии производства битума для дорожного покрытия. Educational Research in Universal Sciences. Vol.2 Special Issue 1. 2023. Mart. 247-254p.
9. A.M. Xurmatov, N.P. Alimov, N.K. Yusupova, S.B.Berdimbetov Изменение свойств отходов нефтепереработки в зависимости от количества и вида растворителей. Узбекский химический журнал, №2, 2024 – С. 70-76.

**International Journal of Science and Technology**

Volume 2, Issue 2, October. 2025:

| <b>Technical Sciences</b>                                                                                       |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Results of Determining the Modes of Bitumen Movement at Different Temperatures</b>                           | 4-11    |
| <i>Khurmamatov Abdugaffor Mirzabdullaevich, Yusupova Nadira Kaipbaevna, Sarsenbaev Nurlan Tenelbaevich</i>      |         |
| <b>Cobalt in the global economy: a strategic and scarce mineral resource</b>                                    | 12-19   |
| <i>Makhmud Karimov, Shonazarova Shakhnaza, Javokhirbek Uralov</i>                                               |         |
| <b>N-methylpyrrolidone (NMP) acquisition technology in “Navoiyazot”</b>                                         | 20-30   |
| <i>Asadjon Kambarov Dilshod ugli, Sabina Sayfiyeva Qaxramon kizi</i>                                            |         |
| <b>Technological Parameters of Gas Purification and Recycling Using Amines Solution</b>                         | 31-37   |
| <i>Mirsaidov Makhmudjon Khabibullayevich, Rayimberdiev Fozilkhon Obidkhon ugli</i>                              |         |
| <b>Production of Slow-Release NPK Granules (15-15-15) Based on Resources Obtained from Livestock Waste</b>      | 38-46   |
| <i>Shakhnoza Djurayeva Nurullayevna, Khoshimkhanova Mukhayyo Abralovna</i>                                      |         |
| <b>Two-Stage Unit for Deep Air Purification from Fine Solid Particles</b>                                       | 47-56   |
| <i>A. M. Khurmamatov, Kh. B. Alimardonov</i>                                                                    |         |
| <b>Electrochemical Recovery of Valuable Metals from WC-Co Hard Alloy Wastes</b>                                 | 57-65   |
| <i>Makhmudova Feruza Mukhtor qizi, Hakimov Firuz Yuldoshovich</i>                                               |         |
| <b>Structural and Phase Analysis of Recycled WC-Co Hard Alloy Materials Obtained by Electrolytic Processing</b> | 66-81   |
| <i>Makhmudova Feruza Mukhtor qizi, Hakimov Firuz Yuldoshovich</i>                                               |         |
| <b>Production of Powder Materials from Hard Alloy Wastes Using Molten Zinc</b>                                  | 82-89   |
| <i>Makhmudova Feruza Mukhtor qizi, Hakimov Firuz Yuldoshovich</i>                                               |         |
| <i>Mathematics and physical sciences</i>                                                                        |         |
| <b><math>\tau</math>-closed and <math>\tau</math>-open sets and their properties</b>                            | 90-94   |
| <i>Kholmatov Dostonbek Dilshod ugli</i>                                                                         |         |
| <b>Social sciences and humanities</b>                                                                           |         |
| <b>“Digital Conflict” between Parents and Children: Psychological Disconnection Through Social Media Use</b>    | 95-100  |
| <i>Gapparova Mastona Safaraliyevna, Mirxalilova Nargiza Akbarovna</i>                                           |         |
| <b>The Similarities and Differences of Imagery in English and Uzbek Literature</b>                              | 101-108 |
| <i>Abdunabiyeva Baxoroy Ikromjon qizi, Gavharoy Isroiljon qizi</i>                                              |         |
| <b>The Category of Concept in the Contemporary Humanitarian Paradigm</b>                                        | 109-113 |
| <i>Usmánova Mashkura Mirzoroximovna</i>                                                                         |         |
| <b>Professional value of development with the cooperation of industrial enterprises in foreign countries</b>    | 114-118 |
| <i>Yuldasheva Inobat Ashuraliyevna</i>                                                                          |         |