

ӘОЖ 541.183; 543.54; 541.124; 541.126

\*М. Нажипқызы, М. Әуелханқызы, Б.Т. Лесбаев, З.А. Мансуров,  
А.А. Амантаева, А.У. Исакова, Е.Т. Алиев<sup>1</sup>, А.А. Жапарова  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>1</sup>Жану проблемаларының институты, Қазақстан, Алматы қ.

\*E-mail: Meruert.Nazhipkyzy@kaznu.kz

### Аса гидрофобты күйені синтездеу және оның қолданылу аспектілері

Көмірсутектің және оның қоспаларының термиялық ыдырауы динамикалық шарттарда ағыншалы құрылғыда жүзеге асырылады. Ұсынылып отырған жұмыста матаның гидрофобты қасиеті сабын ерітіндісіне синтезделген аса гидрофобты күйені қосу арқылы механикалық жолмен және Обручев әдісімен зерттелінді. Сабын ерітіндісіне синтезделген аса гидрофобты күйені қосу арқылы Обручев әдісімен өңделген мата, ұзақ уақыт бойы сақталынатын су жұқтырмайтын қасиеті бар екендігін көрсетті. Сонымен қатар жұғу бұрышының 170°-ке тең болуы алынған беттің аса гидрофобты қасиеті бар екендігін көрсетті. Бастапқы заттың үлесінен 4% мөлшердегі гидрофобты күйені полимерлі шпаклевкаға қосқанда жабылған бетке гидрофобты қасиет беретіндігін көрсетті. Нәтижесінде жұғу бұрышы 150°-ден жоғары болды.

**Түйін сөздер:** аса гидрофобты күйе, жұғу бұрышы, пиролиз, көміртекті мата, Обручев әдісі, шпаклевка, гипсокартон.

M. Nazhipkyzy, M. Auelhankyzy, B. T. Lesbayev, Z. A. Mansurov, A. Amantayeva, A. U. Iskakova, E. T. Aliev

#### Synthesis of superhydrophobic soot in the flame and its application

The hydrophobic properties of the fabric by means methods of mechanical and method of Obruchev with adding the synthesized superhydrophobic soot into soap solution were investigated. Thermal decomposition of hydrocarbons and their mixtures under dynamic conditions in a jetting setup was considered. The results showed that the fabric processing with method of Obruchev with the addition of soap solution synthesized superhydrophobic soot was more exceptional properties than waterproof superhydrophobic soot, also keep in for a long time. In this case, the wetting angle was more than 170°, which indicating that the superhydrophobic properties of the synthesized surface. It was shown that the addition of a hydrophobic soot filler in the polymer an amount of 4wt.% of the starting material gives the hydrophobic properties of the coating surface. The measured wetting angle is higher than 150°.

**Keywords:** superhydrophobic soot, wetting angle, pyrolysis, carbon fabric, method of Obruchev, plaster, plasterboard.

М. Нажипқызы, М. Ауелханқызы, Б.Т. Лесбаев, З.А. Мансуров, А. Амантаева, А.У. Исакова, Е.Т. Алиев

#### Синтез пламени супергидрофобной сажи и ее применение

В предлагаемой работе были исследованы гидрофобные свойства ткани механическим путем и методом Обручева с добавлением в мыльный раствор синтезируемой супергидрофобной сажи. Термическое разложение углеводородов и их смесей осуществляется в динамических условиях в струевой установке. Результаты исследований показали, что ткань, обработанная методом Обручева с добавлением в мыльный раствор синтезируемой супергидрофобной сажи, обладает исключительными водонепроницаемыми свойствами, которые сохраняются длительное время. При этом угол смачивания более 170°, что говорит о супергидрофобном свойстве полученной поверхности. Показано, что добавление гидрофобной сажи в полимерную шпаклевку в количестве 4% от массы исходного вещества придает гидрофобные свойства покрытой поверхности. Измеренный угол смачивания выше 150°.

**Ключевые слова:** супергидрофобная сажка, угол смачивания, пиролиз, углеткань, метод Обручева, шпаклевка, гипсокартон.

## Кіріспе

Қазіргі уақытта өзіндік құны арзан гидроизоляциялық материалдардың өндірісінің жаңа технологияларына қажеттілік артуда. Кеуекті, бетон және металконструкциялы материалдардан жасалған құрылыс ғимараттарының бұзылуының негізгі себебі ылғал болғандықтан, құрылыс саласында бұл өте өзекті мәселе болып табылады. Белгілі жағдайларда көмірсутекті отындарды жандыру барысында түзілетін күйе

аса гидрофобты қасиетке ие, оны ары қарай гидроизоляциялық материалдарға толтырғыш ретінде қолдануға болады. Гидрофобты күйені жалында синтездеумен байланысты көптеген жұмыстар соңғы уақытта ашық жарияланымдарда шығарыла бастады [1-4].

## Тәжірибелік бөлім

Пиролиз әдісі арқылы және жалында аса гидрофобты күйені алу құрылғысының жалпы көрінісі, 1, (а) және (б) суреттерінде келтірілген.



(а)



(б)

**1-сурет** – Пиролиз әдісі арқылы (а) және жалында (б) аса гидрофобты күйені алу құрылғысының жалпы көрінісі

Көмірсутектің және оның қоспаларының пиролизі үшін зертхана қондырғысының жалпы көрінісі 1-суретте көрсетілген. Көмірсутектің және оның қоспаларының термиялық ыдырауы динамикалық шарттарда ағыншалы құрылғыда жүзеге асады. Көмірсутектердің пиролизі ішкі диаметрі 26 мм болып келетін электр пешінде қыздырылатын, кварц түтікшесі болып табылатын ағынды кварцты реакторда жүзеге асады. Соңғы жағы тұрақты температураның бастапқы зонасында орналасқан, ұзындығы 180 мм болып келетін бір каналды кварцты түтікше арқылы газды қоспа берілді. Әр газдың шығыны 115 см<sup>3</sup>/мин-тан 600 см<sup>3</sup>/мин-ты құрады. 475 см<sup>3</sup>/мин гелийдің қосымша ағыны реактордың бастапқы бөлігіне түзілетін күйені үрлеу үшін жіберілді. Тәжірибе күйе түзілудің шекті мәндеріне жақын орындалғандықтан, тәжірибе нәтижелеріне реактордың диаметрінің әсері болды. Диаметрі

26 мм реактор, оның диаметрін кішірейту кезінде гетерогенді реакциялардың жағымсыз үлесінің салыстырмалы ұлғаюының және, басқа жағынан, реактордың диаметрін үлкейткенде изотермиялық бөлікте температуралық профильдің нашарлауының арасында реактор қабырғаларында келісімді түрде таңдалған болатын. Тәжірибелерде аргон және ацетилен арнайы тазартусыз қолданылды.

Берілген кварц реакторындағы көмірсутектер және олардың қоспаларының пиролизі шарттарындағы ерекшелік изотермдік болып табылады.

Күйе түзілу шарттарының изотермиялығы тұрақты температура аймағына капилляр арқылы көмірсутек газдарының қоспасын беру арқылы қамтамасыз етіледі. Тұрақты температура зонасы 55-60 мм құрайды.

Эндотермиялықтығынан және қанықпағандығы салдарынан ацетилен өндірісте қолданы-

латын газдардың ішінде жарылысқа ең қауіптісі болып табылады. Сондықтан ацетиленді қолдану арқылы пиролиз режимін өңдеу жауапты іс. Ацетиленді 700-800°C аралығында баяу қыздыру кезінде смола мен ароматты көмірсутектердің түзілуімен жүретін полимеризация реакциялары болады. 550-600°C температура кезінде жылдам қыздыру өздігінен тұтануға әкеледі. Таза күйдегі пропанды қыздыру, күйе түзілу режиміндегі пиролиз 1100-1150°C шамасында реакция зонасына газды беру жылдамдығына байланысты басталатындығын көрсетті.

### Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

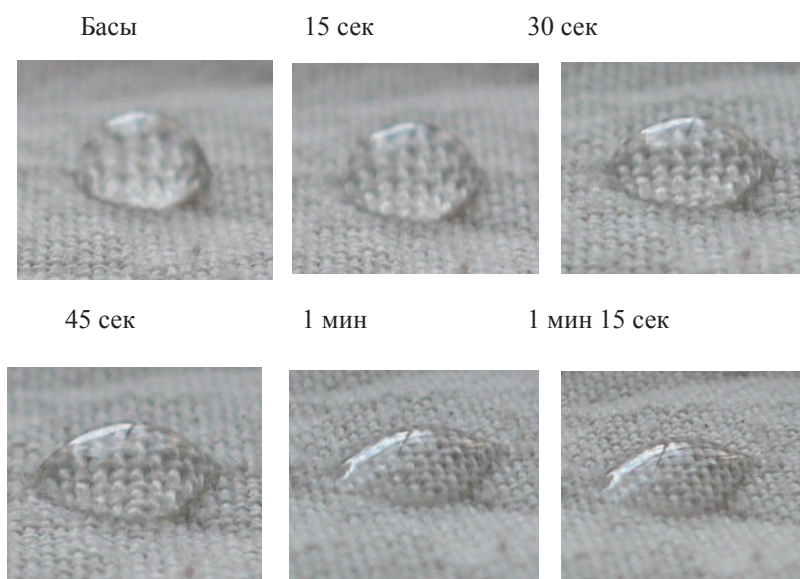
Реактор қабырғаларында конденсацияланатын, көмірсутекті газдардың пиролизі кезінде көміртегінің әртүрлі формаларының түзілуі (көбінесе күйе және пирокөміртек) жүзеге асады. Егер пиролизді изотермиялық шарттарда жүргізсек, яғни газдың жоғары температуралар аймағында бөлу уақытын реттейтін болсақ, онда талап етілетін өлшемдегі және өлшемдері бойынша аз таралатын күйе бөлшектерінің түзілуін қамтамасыз ететін шарттарда жасауға болады. Күйе бөлшектерінің түзілуіне изотермдік пиролиздің шарттарының әсерін анықтау үшін изотермдік емес шарттарда бақылау тәжірибелерінің бірнеше түрлері жүргізілді. Осы тәжірибелер  $C_2H_2$  (40 көл %) / Ar (60 көл %) қоспасымен 1100°C реактор аймағындағы температурада жүргізілді. Мұнай жағдайда өлшемдері бо-

йынша көп таралатын күйе бөлшектерінің түзілетіндігі орнықтырылды. 800°C температурада изотермдік шарттарда күйетүзілуді зерттеу бұл жағдайда өлшемдері бойынша тар үлестірілетін күйе бөлшектерінің түзілетіндігін көрсетті. Изотермиялық емес жағдайда күйе бөлшектерінің негізгі үлесі 80 мен 120 нм аралығыдағы өлшемге ие болса, ал изотермиялық пиролиз кезінде бұл көрсеткіш 50-80 нм-ді құрады.

Осылайша, жүргізілген зерттеулер пиролиздің изотермдік шарттары монодисперсті материалдарды алуға мүмкіндік беретіндігін көрсетті. Реакциялық көлемде түзілетін күйенің негізгі бөлігі, реактордан газ ағынымен шығарылды және көміртек матасынан жасалған фильтрде ұсталынды. Изотермиялық жағдайларда алынған күйе гидрофобтылыққа зерттелінді. Ол үшін алынған күйеден 70% спирт ерітіндісінде эмульсия дайындады. Алынған эмульсияны табақша бетіне жұқа қабат етіп жағып, бөлме температурасында кептіріп және алынған бетті «тамшыны отырғызу» әдісімен гидрофобтылыққа зерттедік.

Келесі тәжірибе жуылған таза мата бетіне су тамшысының сіңу уақыты бойынша жүргізілді. 2-суретте уақыт бойынша су тамшысының сіңу үдерісі көрсетілген. Су тамшысының сіңуі 1 минут 15 секундта жүзеге асты.

3-суретте Обручев әдісімен өңделген матаның суды сіңіру динамикасы көрсетілген. Су тамшысы мата бетіне 10 минут өткен соң ғана сіңетіндігі анықталды.



2-сурет – Жуылған мата бетіндегі су тамшысының сіңу динамикасы



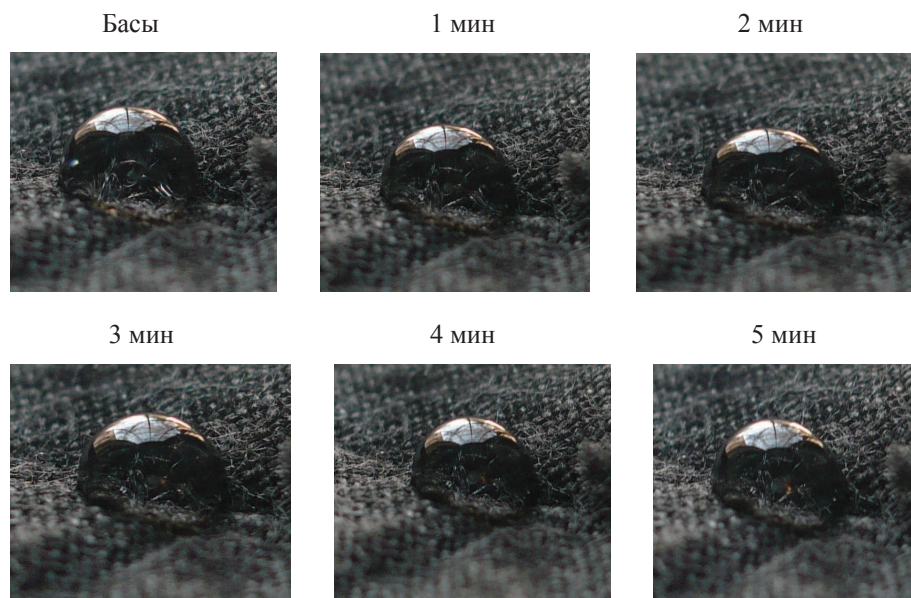
**3-сурет** – Обручев әдісімен өңделген жуылған мата бетіндегі судың тамшысы

Матаның гидрофобты қасиетін арттыру үшін гидрофобты күйені қосу арқылы Обручев әдісі қолданылды. Ол үшін матаны гидрофобты күйенің дайындалған спирт ерітіндісіне салдық және бөлме температурасында кептірдік. 4-суретте аса гидрофобты күйесі бар 70% спирт ерітіндісімен өңделген мата бетіндегі су тамшысының түрлері көрсетілген.

Матаның беті жұғу бұрышы  $150^\circ$ -тан аз гидрофобтық қасиетке ие екендігі анықталды. Матаға судың сіңуі 5 минут өткеннен кейін басталады, 4-сурет.

Құрамында аса гидрофобты күйе бар 70%

спирт ерітіндісінде алдын ала өңделген матаны сабынды ерітіндімен өңдеп, кейіннен алюмокалили ашу тастың қаныққан ерітіндісіне 5 минутқа салдық. Матаны кептіру бөлме температурасында 3 сағатта жүргізілді. Толық кепкен соң матаны гидрофобтылыққа тексердік. Нәтижелер ұзақ уақыт өтсе де матаның су тамшысын сіңірмейтіндігін көрсетті. Бұл тәжірибелерден кейін алдыдағы мақсаттардың бірі 3 см матаға аса гидрофобты күйенің қанша мөлшері қажет екенін анықтау болды. Ол үшін құрамында 25, 50, 75, 100 мг аса гидрофобты күйе мөлшері бар спирт ерітіндісі алынып, Обручев әдісімен матаға енгізілді.

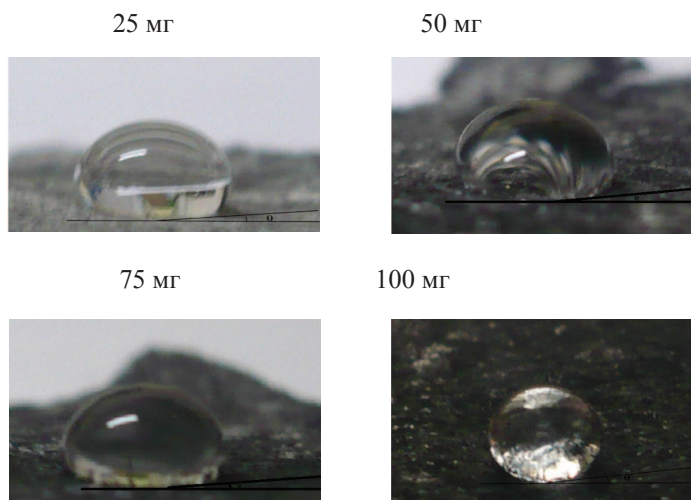


**4-сурет** – Құрамында аса гидрофобты күйе бар 70% спирт ерітіндісінде өңделген мата бетіндегі су тамшысы

Зерттеу нәтижелері құрамында 100 мг күйе бар спирт ерітіндісінде өңделген мата суға төзімді қасиеті бар екендігін көрсетті. Зерттеу

нәтижелері 5-суретте көрсетілген. Су тамшысының жұғу бұрышы  $170^\circ$ -ке тең болды, яғни бұл матаның аса гидрофобты екенін білдіреді.

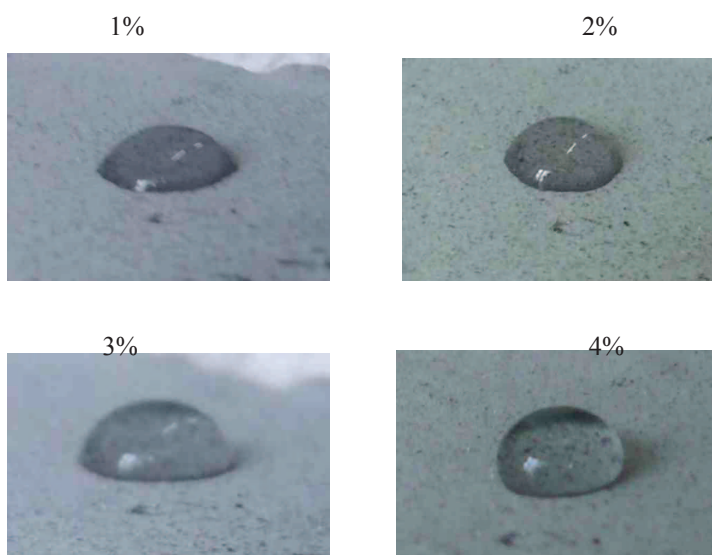




**5-сурет** – Күйе қосылған спиртті эмульсияда және Обручев әдісімен өңделген матадағы су тамшысы

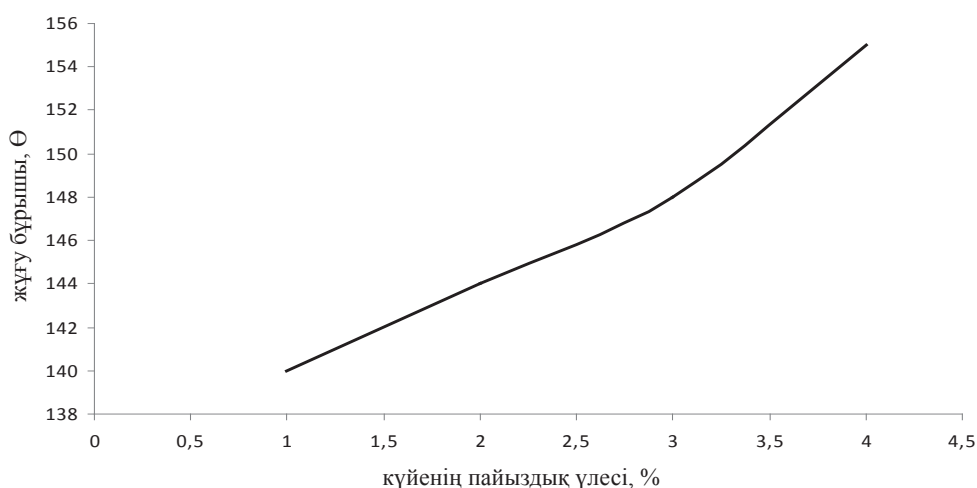
Изотермдік жағдайда алынған субмикронды күйені гидрофобты толтырғыш ретінде Т-37 типтегі полимерлі шпаклевкаға бастапқы зат массасынан 1, 2, 3, 4 % концентрацияларын қостық. Алынған қоспаны араластырып, гипсокартонға жағып, оны бес күндей бөлме температура-сында кептірдік. Бес күн өткен соң үлгілердің гидрофобтылығын тамшыны отырғызу әдісі арқылы зерттедік, 6-сурет. Зерттеу нәтижесі күйенің концентрациясы жоғары болған сайын бастапқы

материалдың гидрофобтылығы артатындығын, ал жұғу бұрышы  $150^\circ$ -тан жоғары болатындығын көрсетті. Гидрофобты қоспа жағылған қабаттың бетін ғана гидрофобизирлеп қоймайды, сонымен қатар, оның көлемінің, ылғалдың өтуінен сақтайтын қасиетін жоғарылатады. Сонымен қатар, гидрофобты шпаклевкалар толтырғыш пен полимерлердің бөлшектері наноөлшемді болатындығының салдарынан әртүрлі беттерде жоғарғы адгезияға және жоғары өту қабілетіне ие.



**6-сурет** – Гипсокартонға отырғызылған шпаклевка бетіндегі су тамшысы

Осыдан кейін жұғу бұрышының алынған аса гидрофобты күйенің пайыздық үлесінен тәуелділігін тұрғыздық, 7-сурет.



**7-сурет** – Жұғу бұрышының алынған аса гидрофобты күйенің пайыздық үлесінен тәуелділігі

7-суреттен күйе құрамын 1-ден 4%-ға дейін ұлғайтқанда шпаклевка жабындысының гидрофобты қасиетінің жоғарылайтындығын көруге болады.

### Қорытынды

Аса гидрофобты күйені механикалық және Обручев әдісімен матаға енгізу нәтижесінде, матаның гидрофобтылық қасиетке ие болатындығы байқалды. Обручев әдісімен енгізілген матаның гидрофобтылық қасиеті, механикалық жолмен енгізілген матаның қасиетінен жоғары

болды. Жұғу бұрышының 170°-ке тең болуы синтезделген күйенің аса гидрофобты қасиетке ие екендігіне көз жеткізді.

Полимерлі шпаклевкаға бастапқы заттың үлесінен 4% мөлшердегі аса гидрофобты күйені қосқанда жабылған бетке гидрофобты қасиет беретіндігін көрсетті. Нәтижесінде жұғу бұрышы 150°-тан жоғары болды. Сонымен қатар, күйе құрамын 1-ден 4%-ға дейін ұлғайтқанда шпаклевка жабындысының гидрофобты қасиетінің жоғарылайтындығы байқалды.

### Әдебиеттер

- 1 Sayangdev N., Sen S., Puri I.K. Flame synthesis of superhydrophobic amorphous carbon surfaces. // Carbon. – 2007. – P. 1696–1716.
- 2 Levesque A., Binh V.T., Semet V., Guillot D., Fillit R.Y., Brookes M.D., et al. Mono disperse carbon nanopearls in a foam-like arrangement: a new carbon nano-compound for cold cathodes. // Thin Solid Films. – 2004. – № 464–465. – P. 308–314.
- 3 Sen S., Puri I.K. Flame synthesis of carbon nanofibers and nanofiber composites containing encapsulated metal particles. // Nanotechnology. – 2004. – Vol. 3. – №15. – P. 264–268.
- 4 Нажипқызы М., Мансуров З.А., Лесбаев Б.Т., Шабанова Т.А., Цыганов И.А., Пури И.К. Получение супергидрофобной углеродной поверхности при горении пропана. // Нефть и газ. – 2010. – №5. – С. 27–33.

### References

- 1 Sayangdev N., Sen S., Puri I.K. Flame synthesis of superhydrophobic amorphous carbon surfaces. // Carbon. – 2007. – P. 1696–1716.
- 2 Levesque A., Binh V.T., Semet V., Guillot D., Fillit R.Y., Brookes M.D., et al. Mono disperse carbon nanopearls in a foam-like arrangement: a new carbon nano-compound for cold cathodes. // Thin Solid Films. – 2004. – № 464–465. – P. 308–314.
- 3 Sen S., Puri I.K. Flame synthesis of carbon nanofibers and nanofiber composites containing encapsulated metal particles // Nanotechnology. – 2004. – Vol. 3. – №15. – P. 264–268.
- 4 Nazhipkyzy M., Mansurov Z.A., Lesbaev B.T., Shabanova T.A., Tsyganov I.A., Puri I.K. Poluchenie supergidrophobnoi uglerodnoi poverhnosti pri gorenii propane. // Nepht' i gaz. – 2010. – № 5. – S. 27–33.