

УДК 691.168

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ПАТ «НВК-ГАЛИЧИНА»  
ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ АКТИВОВАНОГО МІНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКУ**

**С.Й. Солодкий, д.т.н., проф., О.Я. Гримак, ас., Ю.В. Сідун, ас.,  
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів,  
З.М. Ільницький, к.т.н., ПАТ «НВК-Галичина», м. Дрогобич**

*Анотація.* Досліджено можливість застосування продуктів виробництва ПАТ «НВК-Галичина» для активації мінеральних порошків, призначених для асфальтобетонних сумішей. Доведено, що завдяки активації мінерального порошку можна зменшити витрату в'язучого в асфальтобетоні з одночасним покращенням його фізико-механічних властивостей.

*Ключові слова:* мінеральний порошок, активатор, витрата бітуму, асфальтобетон.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПАО «НПК-ГАЛИЧИНА»  
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АКТИВИРОВАННОГО МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА**

**С.Й. Солодкий, проф., д.т.н., О.Я. Гримак, ас., Ю.В. Сідун, ас.,  
Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов,  
З.М. Ильницкий, к.т.н., ПАО «НПК-Галичина», г. Дрогобыч**

*Аннотация.* Исследована возможность применения продуктов производства ПАО «НПК-Галичина» для активации минеральных порошков, предназначенных для асфальтобетонных смесей. Доказано, что благодаря активации минерального порошка можно уменьшить расход вяжущего в асфальтобетоне с одновременным улучшением его физико-механических свойств.

*Ключевые слова:* минеральный порошок, активатор, расход битума, асфальтобетон.

**INVESTIGATION OF THE EFFICIENCY OF THE  
SCIENTIFIC-PRODUCTION-COMPANY GALYCHYNA PRODUCTS  
FOR PRODUCTION OF ACTIVATED MINERAL POWDER**

**S. Solodkyi, Prof., Ph. D. (Eng.), O. Hrymak, T. Asst., Yu. Sydun, T. Asst.,  
National University «Lvivska Politekhnik», Lviv,  
Z. Hnitsky, Ph. D. (Eng.), SIC «Halychyna», Drogobych**

*Abstract.* The possibility of application of SPC Galychyna products for activation of mineral powder intended for asphalt concrete mixes is investigated. It is proved that due to activation of mineral powder one can reduce the binder consumption in asphalt concrete with simultaneous improvement of its physical and mechanical properties.

*Key words:* mineral powder, activator, bitumen content, asphalt concret.

**Вступ**

Збільшення кількості транспортних засобів та частки великовагових автомобілів у транспортному потоці разом із кліматичними факторами впливу на дорогу вимагає влашту-

вання більш довговічних та якісних асфальтобетонних покриттів дорожніх одягів. Світовий досвід будівництва автомобільних доріг показує, що одним із напрямів вирішення цієї задачі є застосування асфальтобетонних сумішей на в'язучих, що модифіковані різ-

ного роду добавками або комплексами добавок. Проте поліпшити характеристики асфальтобетону можна і за допомогою впливу на інші його складники. Одним з таких можливих впливів є активація мінерального порошку (МП) для асфальтобетону.

### Аналіз публікацій

Питанню використання різних варіантів мінеральних порошоків та їх активаторів присвячені роботи [1–6]. Але спектр продуктів для активації мінерального порошку є достатньо великим, тому потрібно вести пошук оптимальних активаторів, які б дали змогу не тільки покращити фізико-механічні властивості асфальтобетонів, а й, по зможі, зменшити витрату в'язучого в ньому.

### Мета і постановка завдання

Метою досліджень є визначення можливості застосування продуктів виробництва ПАТ «НВК-Галичина» для активації мінеральних порошоків, призначених для асфальтобетонних сумішей. Завданням досліджень було визначення впливу цих активаторів на властивості асфальтобетонів.

### Перевірка ефективності активаторів

Для активації використовували новороздільський вапняк та два бітумомістких активатори: РЕНА ЦЕМЕРІН марки ПМ та РЕНА ЦЕМЕРІН марки ПТ виробництва ПАТ «НВК-Галичина». На першому етапі дослідження визначали необхідний час помелу вапняку. Для цього вапняк висушували до температури 110–120 °С, лабораторний кульовий млин нагрівали до температури 35–40 °С, циблекс – до температури 110–120 °С. Під час помелу через кожних 30 хв відбирали пробу для визначення тонкості помелу. Встановлено оптимальний час помелу проби вагою 3 кг – 2 год.

На другому етапі дослідження визначали оптимальну витрату активатора мінерального порошку. Для цього пробу вапняку обробляли активатором (вводили під час помелу) в кількості від маси вапняку в сухому стані: 0,2, 0,5, 1,0, 1,5 % – РЕНА ЦЕМЕРІН марки ПМ та 0,5, 1,0, 1,5 % – РЕНА ЦЕМЕРІН марки ПТ. Після помелу, відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-247:2010 [7], визначали такі показники мінерального порошку як: істинна

густина ( $p^{ict}$ ), бітумоємність (Біт.), гідрофобність (Гід.), проходи на ситах 0,071 та 1,25 мм та, згідно з Додатком А до Британського стандарту В-55-12-1958 «Портландцемент» [8], визначали показник питомої поверхні ( $S_{пит}$ ) (табл. 1).

Таблиця 1 Визначення властивостей активованого МП для асфальтобетонних сумішей

Активатор МП, %	$p^{ict}$ , г/см <sup>3</sup>	$S_{пит}$ , см <sup>2</sup> /г	Біт., г	Гід., год	Вміст частинок, % за мас.	
					< 0,071 мм	< 1,25 мм
Активатор «ЦЕМЕРІН РЕНА - ПМ»						
0	2,52	11750	63	–	71	100
0,2		11380	60	–	75	100
0,5		10891	50	24	78	100
1		9274	42	24	80	100
1,5		8160	40	24	81	100
Активатор «ЦЕМЕРІН РЕНА - ПТ»						
0	2,52	11750	63	–	71	100
0,5		11575	56	–	78	100
1		9616	45	–	82	100
1,5		6731	41	–	83	100

За результатами випробувань для дослідження ефективності активованого мінерального порошку в асфальтобетоні обрали порошок з витратою активатора РЕНА ЦЕМЕРІН марки ПМ – 1,0 мас. %. Цей порошок за наведеними показниками відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-121:2014 [7] (табл. 2).

Активатор РЕНА ЦЕМЕРІН марки ПТ надалі не використовували, оскільки жодна проба мінерального порошку, активована ним, не пройшла тесту на гідрофобність.

На третьому етапі дослідження визначали ефективність активованого мінерального порошку в асфальтобетоні. Гранулометричний склад мінеральної частини запроєктованих асфальтобетонів наведений в табл. 3. Як заповнювач використали гранітний щебінь виробництва ТОВ «Новоград-Волинський каменодробильний завод». Було заформовано чотири серії піщаного асфальтобетону типу Г (табл. 4) та дрібнозернистого типу А (табл. 5) на основі бітуму 70/100 виробництва ВАТ «Мозирський НПЗ» (Республіка Білорусь), що відповідає марці БНД 60/90 згідно ДСТУ 4044 [9].

1-а серія – асфальтобетон з неактивованим мінеральним порошком (витрата бітуму: тип Г – 7,0 мас. % та тип А – 6,0 мас. % понад мінеральну частину суміші (МЧ)).

Таблиця 2 Фізико-технічні показники активованого мінерального порошку залежно від його марки за ДСТУ Б В.2.7-121:2014

Назва показника	Значення за марками активованого мінерального порошку	
	МП АІ	МП АІІ
1. Зерновий склад – вміст частинок, відсоток за масою, не менше ніж: – дрібніше 0,071 мм; – дрібніше 0,315 мм; – дрібніше 1,25 мм	80 90 100	80 90 100
2. Пористість при ущільненні 40 МПа, відсоток за об'ємом, не більше	30	30
3. Набрякання зразків із суміші порошку з бітумом, відсоток за об'ємом, не більше	1,5	1,5
4. Ступінь гідрофобності (показник, с), не нижче	1300	1000
5. Структуруюча здатність <sup>*)</sup> , $\Delta T_c$ , °C,	Від 10 °C до 20 °C вклоч.	» 10 °C до 20 °C » (» 8 °C » 25 °C ») <sup>**)</sup>
6. Число пластичності <sup>*)</sup> , не більше (для груп Пл1 чи Пл2 згідно з 4.4)	4	
7. Вологість, відсоток, не більше	0,5	
8. Кількість глинистих домішок <sup>***)</sup> , відсоток за масою, не більше	15	
– в тому числі – суми оксидів $Al_2O_3$ та $Fe_2O_3$ , відсоток за масою, не більше	5	

<sup>\*)</sup> Крім бітумінозних порід.  
<sup>\*\*)</sup> Показник призначають за умови позитивної оцінки щодо застосування мінерального порошку згідно з 12.3.1.  
<sup>\*\*\*)</sup> Рекомендовані.

Таблиця 3 Гранулометричний склад мінеральної частини асфальтобетонних сумішей

Назва матеріалу	Вміст матеріалу в асфальтобетоні, % мас.	
	АСГ. П. Щ. Г. НІ. І. БНД 60/90	АСГ. Др. Щ. А. НІ. І. БНД 60/90
Щебінь фр. 5–20 мм	–	43,0
Щебінь фр. 5–10 мм	–	10,0
Щебневий відсів 0–5 мм	90,0	39,0
Мінеральний порошок	10,0	8,0

2-а серія – асфальтобетон з активованим мінеральним порошком і витратою бітуму на 10 % нижчою, порівняно із серією 1.

3-я серія – асфальтобетон з активованим мінеральним порошком і витратою бітуму на 15 % нижчою, порівняно із серією 1.

4-а серія – асфальтобетон з активованим мінеральним порошком і витратою бітуму на 20 % нижчою, порівняно із серією 1.

Під час досліджень асфальтобетону, відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-319:2016 [10], визначали такі показники як: середня густина ( $\rho_m$ ), водонасичення ( $W$ ), залишкова пористість ( $V_{пор}^3$ ), границі міцності при стиску за температури 20 °C ( $R_{ст}^{20}$ ) та 50 °C ( $R_{ст}^{50}$ ).

Таблиця 4 Визначення фізико-механічних властивостей асфальтобетону типу Г

№ серії	АСГ. П. Щ. Г. НІ. І. БНД 60/90 із вмістом бітуму мас.% понад МЧ	$\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	$V_{пор}^3$	$W$	$R_{ст}^{20}$	$R_{ст}^{50}$
			% за об'ємом			
1	7,0	2,31	2,9	4,2	5,1	2,2
2	6,3	2,33	2,0	3,8	5,5	2,1
3	5,95	2,34	1,9	3,5	5,3	2,0
4	5,6	2,29	4,5	5,5	5,0	1,9
Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119-2011 до щільних асфальтобетонів типу Г, марки І для кліматичного району А-2		–	≤ 3,0	2–5	≥ 2,7	≥ 1,4

Таблиця 5 Визначення фізико-механічних властивостей асфальтобетону типу А

№ серії	АСГ. Др. Щ. А. НП. І. БНД 60/90 із вмістом бітуму мас.% понад МЧ	$\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	$V^{\text{пор}}$	$W$	$R_{\text{ст}}^{20}$	$R_{\text{ст}}^{50}$	
			% за об'ємом		МПа		
1	6,0	2,40	3,3	4,7	4,2	1,6	
2	5,4	2,43	1,9	3,9	5,7	2,1	
3	5,1	2,44	1,7	3,5	5,1	1,9	
4	4,8	2,38	3,7	5,2	5,2	2,3	
Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119-2011 до щільних асфальтобетонів типу А, марки І для кліматичного району А-2			-	≤ 3,5	2-5	≥ 2,7	≥ 1,2

З аналізу результатів, поданих в табл. 4, 5, випливає, що ефективним є використання асфальтобетонів другої та третьої серій. Використання активованого мінерального порошку (з витратою активатора РЕНА ЦЕМЕРІН марки ПМ – 1,0 мас. %) дає змогу зменшити витрату бітуму на 10 або 15 % із одночасним покращенням фізико-механічних властивостей асфальтобетону, крім показника міцності при стиску за 50 °С для піщаного асфальтобетону типу Г (серія № 2 та № 3, табл. 2), що свідчить про високу ефективність активації. Зменшення витрати бітуму на 20 % (серія № 4) призводить до падіння показників якості досліджуваних асфальтобетонів, що свідчить про недостатню кількість об'ємного бітуму.

### Висновки

Доведено ефективність активатора РЕНА ЦЕМЕРІН марки ПМ в кількості 1,0 мас. % для виготовлення активованого мінерального порошку на основі новороздільського вапняку. За такого вмісту активатор дає змогу зменшити кількість бітуму в досліджених асфальтобетонах на 10–15 % мас. разом із покращенням їх фізико-механічних характеристик.

### Література

- Гезенцевей Л.Б. Асфальтобетон на активированных минеральных порошках / Л.Б. Гезенцевей. – М.: Литература по строительству, 1971. – 255 с.
- Пыриг Я.И. О структурирующей способности минеральных порошков / Я.И. Пыриг // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2014. – Вып. 67. – С. 89–93.
- Дрозд Г.Я. Исследование асфальтового вяжущего с минеральным и органоминеральным порошком / Г.Я. Дрозд, В.В. Рогулин, И.И. Бизирка, Джаафар Елаллак // Научові нотатки: Міжвузівський збірник. – 2012. – Луцьк. – № 36. – С. 104–108.
- Радовский Б.С. Современные требования к каменным материалам для асфальтобетонных смесей в США / Б.С. Радовский // Дорожная техника. – 2009. – С. 74–85.
- Ромасюк Є. О. Оценка влияния активированных минеральных порошков и полимерных модификаторов на температуру хрупкости асфальто вяжущего вещества / Є. О. Ромасюк, В. І. Братчун, В. В. Гончаренко, Таліб Мутташар Ахмед // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2013. – Вип. 1. – С. 84–91.
- Бизирка И. И. Органо-минеральный порошок как заменитель традиционного минерального порошка для асфальтобетона / И. И. Бизирка // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – 2013. – Вып. 39. – С. 192–196.
- Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови : ДСТУ Б В.2.7-121:2014. – [Чинний з 2015-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 24 с. (Державний Стандарт України).
- BS 12:1958. Portland cement ordinary and rapid hardening. – BSI, 1974. – 42 p.
- Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови : ДСТУ 4044-2001. – [Чинний з 2002-01-01]. – К.: Держстандарт України, 2001. – 36 с. (Державний Стандарт України).
- Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань: ДСТУ Б В.2.7-319:2016 – [Чинний з 2017-04-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 72 с. (Державний стандарт України).

Рецензент: В.О. Золотарьов, професор, д.т.н., ХНАДУ.