

3. <http://usib.gosnadzor.ru/accident/>.
4. Пузырев В.Н. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело. Курс лекций / Пузырев В.Н. – Кемерово: КузГТУ, 2006. – 104 с.
Puzyrev V.N. Mine safety and mine-rescue work. Course of lectures / Puzyrev V.N. – Kemerovo: KuzGTU, 2006. – 104 p.
5. http://miningwiki.ru/wiki/1989_год.
6. *Использование концентрированных зарядов при отбойке руды на подземных рудниках Криворожского бассейна / Рымарчук Б.И., Дядечки Н.И., Павленок Ф.Л., Моргун А.В. // Горный журнал. – М.: 2009. – №10. – С. 67–70.*
The use of concentrated charges for breaking ore in underground mines of Krivoy Rog Basin / Rymarchuk B.I., Dyadechki N.I., Pavlenok F.L., Morgun A.V. // Gorny Zhurnal. – M.: 2009. – No.10. – P. 67–70

На основании проведенного анализа научных работ и практического опыта обработки рудных тел под

УДК 622.281.4

В.В. Коваленко, канд. техн. наук, доц.

належающими обводненными глинистыми породами разработаны технологические мероприятия по предупреждению их прорывов в очистное пространство рабочих горизонтов шахт Кривбасса с использованием предохранительной породной подушки.

Ключевые слова: *глинистые породы, набухание, подземная добыча, содержание влаги, сдвиг, выпуск руды*

On the basis of the analyzed scientific studies and practical experience of ore deposit development under overlying watered clay mass, technological measures to prevent its leak into production areas of working horizons of Kryvbas mines by means of safety pads are elaborated.

Keywords: *argillaceous rocks, swelling, underground mining, water content, displacement, production of ore*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук О.М. Шаенком. Дата надходження рукопису 12.04.11

Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: kovalenko_vlad@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРУ ЗАПОВНЮВАЧА НА МІЦНІСТЬ ФІБРОБЕТОНУ НА ВИГИН

V.V. Kovalenko, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: kovalenko_vlad@mail.ru

STUDY OF THE FILLER SIZE INFLUENCE ON BENDING STRENGTH OF FIBER-REINFORCED CONCRETE

Представлено результати лабораторних випробувань призм із різним за розміром заповнювачем. Визначено залежності зміни межі міцності на вигин та моменту виникнення тріщини у фібробетонних зразках від виду заповнювача. Побудовано діаграми „навантаження – вигин“ для розглянутих варіантів. Представлено аналіз результатів лабораторних досліджень. Відзначено вплив мікрокремнезему як мінеральної добавки на міцнісні властивості зразків фібробетону.

Ключові слова: *фібробетон, заповнювач, мікрокремнезем, межа міцності на вигин, тріщина*

Вступ. Міцність фібробетону характеризується одночасною роботою його компонентів, унаслідок чого волокна й матриця однаково підпорядковуються закону Гука. Існує значна кількість досліджень, що пов'язані з роботою фібрових волокон, аналізом їх роботи, визначенням деформаційних характеристик армованих волокнами зразків.

Зміцнююча дія волокон обумовлена тим, що більш міцні і жорсткі, по відношенню до бетонної матриці, волокна несуть у композиційному матеріалі основну частину навантаження, якщо їх частка в матриці перевищує деяку критичну величину, яка визначається експериментальним методом з урахуванням характеристик вихідних матеріалів. Одним із головних елементів фібробетону вважається фібра. Дисперсне армування дозволяє збільшити міцність на роз-

тяг та згин у 2...3 рази. Згідно з дослідженнями Дж.Ромуальді та А.Манделя, важливу роль при цьому відіграє коефіцієнт відстані між волокнами. Чим нижчий цей коефіцієнт, тим вища міцність на згин отриманого композита.

Існуючий стан питання. Вважається, що фібра здатна відігравати свою основну роль – зупиняти розвиток волосяних тріщин – лише при відстані між окремими волокнами не більш, як 10...12 мм. Через це дисперсне армування є ефективним виключно для дрібнозернистих бетонів, оскільки використання крупного заповнювача не дає змоги розташувати дисперсні волокна на потрібній відстані. З іншого боку, варіювання розмірів заповнювача зі збереженням встановленої відстані між армуючими волокнами можливе у заданому діапазоні. У дослідженнях зразків на одноосове стиснення крупність заповнювача значною мірою впливає на межу міцності. Із зрос-

танням частки крупного заповнювача збільшуються механічні показники неармованого бетону. У цьому зв'язку актуальності набувають дослідження з визначення впливу крупності заповнювача на міцність при вигині бетону, що армований фібрами.

Мета даної статті полягає у визначенні характеру деформування і межі міцності на вигин для фібробетону, що приготовлений із використанням заповнювача різної крупності.

Основна частина. Для виконання досліджень було використано жорстку поліпропіленову фібру хвильового профілю. Це визначалось тим, що поліпропіленова фібра хвильового профілю має значні фізико-механічні характеристики та отримала найбільше поширення при приготуванні фібробетонних сумішей.

Дослідження впливу крупності заповнювача на міцнісні параметри бетонної суміші було проведено на кафедрі будівництва й геомеханіки Національного гірничого університету. У ході проведення лабораторних випробувань визначалась межа міцності на од-

носьове стиснення готових бетонних зразків на основі сумішей з різним ступенем дисперсності вихідних компонентів.

Для приготування суміші був використаний цемент марки 400 виробництва Дніпродзержинського комбінату, пісок кварцовий річковий, а також армуючі волокна (поліпропіленові).

При визначенні межі міцності на розтягання при вигині як зразки використовувалися прямокутні призми розміром: 40×40×160мм.

Дослідження проводилися за стандартною методикою випробування бетонних зразків на вигин при відстані між опорами в 100 мм.

У ході проведення робіт було досліджено наступні варіанти:

1. Цемент : Пісок.
2. Цемент : Пісок : Фібра.
3. Цемент : Пісок : Мікрозаповнювач : Фібра.
4. Цемент : Пісок : Щебінь : Фібра.

Таблиця 1

Вміст компонентів по кожному варіанту

№ п/п	Цемент, кг	Пісок, кг	Мікрозаповнювач (мікрокремнезем), кг (% від маси цементу)	Щебінь, кг	Фібра, кг (% від обсягу цементу)	Вода, л
1	222	667	–	–	–	111
2	221	664	–	–	4 (1)	110
3	216	650	22 (10)	–	3,8 (1)	114
4	221	443	–	221	4 (1)	100

Таблиця 2

Залежність зміни міцності розглянутих варіантів фібробетонних зразків

№ п/п	Вид зразка	Граничні навантаження, $R_{\text{виг}}$, кН	Середнє значення граничних навантажень, $R_{\text{виг}}^{\text{ср}}$, кН
1	Ц: П	1,3	1,2
2	Ц: П: ППФ (2%)	3,5	3,3
3	Ц: П: М: ППФ (2%)	4,32	4,2
4	Ц: П: Ц: ППФ (2%)	3,75	3,695

В якості мікрозаповнювача використовувався мікрокремнезем. Усього досліджено 12 зразків.

У результаті проведених досліджень отримано дані, на основі яких побудовано діаграми залежності зміни межі міцності на вигин для розглянутих варіантів 1...4, графіки яких представлені на відповідних рисунках.

На представлених графіках колами позначені моменти виникнення тріщин у зразках. Деформування зразків описується кривими, що мають зростаючий характер. Для дослідження характеру деформування зразків фібробетонів різного складу до настання моменту втрати міцності самою бетонною матрицею, а також для визначення характеру деформування фібробетону після включення в роботу поліпропіленових фібр використані контрольні зразки із неармованого фібрами бетону. Таким чином, на рис. 1 можна спостерігати показники межі міцності деформування неармованого бетону на вигин. Той же характер можна побачити і на інших рисунках. Маркери у вигляді кіл визначають настання

межі міцності бетонної матриці зразка на вигин – виникнення тріщин у бетоні і подальшу зміну характеру деформування, викликану перерозподілом напружень з бетонної матриці на армуючі елементи – полімерні фібри. Аналізуючи кожен із кривих можна зробити висновок, що зразки проявляють в одних випадках, коли висота кривої значно перевищує момент виникнення тріщини – міцнісні характеристики; в інших випадках, коли довжина кривої та співвідношення між моментом виникнення тріщини і кінцевим показником цієї кривої значно більше відрізняється від її співвідношень за висотою, у такому разі зразок проявляє деформаційні характеристики. Можливий також і комбінований варіант, коли співвідношення довжин та висот з моментом виникнення тріщин є близько однаковими, у такому разі можна говорити, що зразок у рівній мірі проявляє як деформаційні, так і міцнісні характеристики. Найбільш цьому опису відповідають графіки кривих на рис. 4.

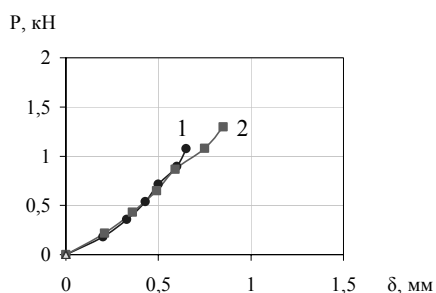


Рис. 1. Діаграма „навантаження – вигин“ для варіанту №1 (зразок неармованого фібробетону): 1 – зразок №1; 2 – зразок №2.

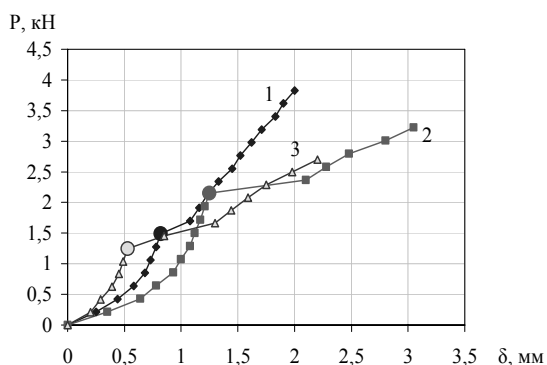


Рис. 2. Діаграма „навантаження – вигин“ для варіанту №2 (зразок фібробетону): 1 – зразок №1, 2 – зразок №2; 3 – зразок №3

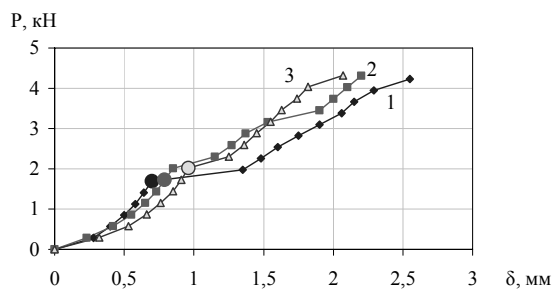


Рис. 3. Діаграма „навантаження – вигин“ для варіанту №3 (зразок фібробетону із мікрозаповнювачем): 1 – зразок №1; 2 – зразок №2; 3 – зразок №3

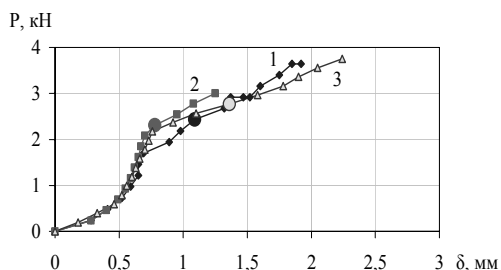


Рис. 4. Діаграма „навантаження – вигин“ для варіанту №4 (зразок фібробетону із щебенем): 1 – зразок №1; 2 – зразок №2; 3 – зразок №3

Загалом, із представлених діаграм можна зробити висновок, що при використанні додатково в якості заповнювача щебеню вдається збільшити механічні характеристики фібробетону через те, що крупний заповнювач приймає на себе значну частку навантажень. Армуючі волокна здійснюють перерозподіл критичних напружень на крупний заповнювач. При порівнянні роботи фібробетону із щебенем (в якості частки заповнювача) із цементно-піщаним фібробетоном слід відзначити, що утворення тріщин по варіанту №4 відбувається при навантаженнях, що в 1,8...1,9 разів перевищують зусилля, які необхідні для утворення ослабленої зони по варіанту №2.

Використання в якості частки заповнювача мікрокремнезему (варіант №3) забезпечує збільшення міцності на вигин, у порівнянні із варіантом №2, на 20...27%, а при порівнянні із показниками зразків, що мають у своїй структурі щебінь (варіант №3), перевищення міцності на вигин складає 13...15%. Перевищення показників міцності на вигин для дрібнозернистого бетону з мікрозаповнювачем у порівнянні із фібробетоном із щебенем пояснюється збільшеною силою зчеплення кристалогідратних груп, що утворилися при взаємодії активованої мінеральної складової оксиду кремнію та силікат-гідратів цементу. Таким чином, при використанні мікрокремнезему в якості частки заповнювача фібробетонної суміші структура бетонної матриці має більше гідратованих новоутворень за рахунок більшої активності компонентів. При використанні щебеню структура матриці характеризується лише наявністю більш міцного компонента, який повною мірою не приймає участь у процесах гідратації та утворенні рівномірно міцного композиту.

Список літератури / References

1. *Будівельне матеріалознавство*: Підручник. / [Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Барановський В.Б. та інші] – К.: ТОВ УВПК „ЕксОб“, 2008. – 704 с.
Construction materials science: Textbook. / [Kryvenko P.V., Pushkarova K.K., Baranovskiy V.B. et al.] – К.: TOV UVPK “EksOb”, 2008. – 704 p.
2. *Kovalenko V. Impact of mechanical activation of binding agent and filler on strength properties of concrete.* / V. Kovalenko, L. Gorobets // *Scientific Bulletin of National Mining University.* – The scientific and technical journal. – Dnipropetrovsk. – No.6, 2008. – P. 27–28.

Представлены результаты лабораторных испытаний призм с различным по величине заполнителем. Определены зависимости изменения предела прочности на изгиб и момент возникновения трещины в фибробетонных образцах от вида заполнителя. Построены диаграммы „нагрузка – изгиб“ для рассматриваемых вариантов. Представлен анализ результатов лабораторных исследований. Приведено влияние микрокремнезема как минеральной добавки на прочностные свойства образцов фибробетона.

Ключевые слова: фибробетон, заполнитель, микрокремнезем, предел прочности на изгиб, трещина

Results of laboratory tests of prisms with different by size aggregates are presented in the article. Dependences of bending strength and moment of crack appearance in the fibrous concrete specimens on type of aggregate are defined. Diagrams of "load – bending" of considered variants are plotted. An analysis of the results of laboratory studies is fulfilled. The influence of silica microparticles

as a mineral additive on the strength properties of fiber-reinforced concrete specimens is shown.

Keywords: *fibrous concrete, aggregate, silica microparticle, bending strength, crack*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук О.М. Ша-шенком. Дата надходження рукопису 17.09.10

УДК 622.7

**М.О. Перов,
М.М. Макортецький,
В.М. Макаров**

Інститут загальної енергетики НАН України, м. Київ, Україна, e-mail: info@ienergi.kiev.ua

ПРО ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНУ ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ

**М.О. Perov,
М.М. Makortetskyi,
V.M. Makarov**

Institute of General Energetics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, e-mail: info@ienergi.kiev.ua

ABOUT EFFICIENCY AND FINANSIAL REASONABILITY OF COAL CLEANING

Визначено критерій економічної доцільності збагачення енергетичного вугілля різних марок із врахуванням впливу цінових факторів на транспортування, збагачення та впливу коригуючих цінових факторів за зольністю. Проведено розрахунки кількісно-якісних показників вугільної продукції для потреб енергетики (пиловидного спалювання) з урахуванням обмежень щодо його використання.

Ключові слова: *вугілля, збагачення, переробка, концентрат, відсів, зольність*

Постачання високозольного вугілля на ТЕС призводить не тільки до зростання витрат на перевезення баластної породи, але й падіння ефективності експлуатації котлів, збільшення зольних виносів при горінні, підвищення витрат паливних добавок. Сумарний збиток оцінюється в 500 млн грн щорічно [1] (у цінах 1999 р.). Тільки перевезення породи на ТЕС призводить до збитків до 2,5 грн на 1 т. спалюваного вугілля. Для прикладу, станом на 2003 рік понад 23 млн т. кам'яного вугілля (31,9% видобутку) відвантажувалося споживачам без збагачення, що призвело до втрат 2–3 грн на 1 т. товарної продукції. Це переважно вугілля марок Д, ДГ та Г енергетичного призначення. Зниження зольності вугілля лише на 1% при середній довжині маршрутів 50 км забезпечує економію до 40 млн т./км залізничних перевезень на рік [2]. Тому однією з нагальних проблем вугільної галузі є підвищення якості продукції та відповідне зростання її реалізаційної вартості.

Під ефективністю вугільного виробництва слід розуміти співставлення величини матеріальних, виробничих та фінансових витрат з вартістю загальних обсягів виробленої продукції відповідної якості. Оскільки ефективність використання вугілля в економіці, у значній мірі, залежить від його якісних показників, оптові ціни повинні визначатися таким чином, щоб вугільні підприємства були зацікавлені у виробництві високоякісної продукції.

Призначення та економічність використання вугілля визначається 19 показниками [3]. Проте, основ-

ними показниками (обмежуючими факторами), які беруться до уваги при розрахунку ціни на вугільну продукцію, є: зольність, вміст вологи, вміст сірки, нижча теплота згоряння. Усі інші показники виступають в якості допоміжних характеристик палива.

Існуюче середнє значення зольності затверджується Мінвуглепромом України на поточний рік і приймається в якості середньої розрахункової норми при визначенні оптової ціни на вугільну продукцію, яка, у свою чергу, суттєво впливає на обсяг його реалізації та, відповідно, на прибуток підприємства – виробника продукції.

Для стимулювання підвищення якості товарної вугільної продукції, за існуючим преїскурантом визначення оптових цін [4], передбачена система надбавок та знижок. Надбавки до оптової ціни визначаються загальнодержавною економією, що отримується в результаті підвищення якості вугілля, а знижки з оптової ціни зумовлюються додатковими витратами, які несе державна економіка внаслідок погіршення якості вугілля.

Для всіх сортів і марок вугілля застосовується диференційована система знижок та надбавок по золі. Наприклад, для збагаченого вугілля марки А базовий показник зольності становить 19,8%. При цьому, у діапазоні від 19,8 до 22% передбачена знижка 2,5% за кожен відсоток відхилення фактичної зольності від базової. У діапазоні від 22 до 25% – знижка 3,5%. З фактичною зольністю, вищою ніж 25% – знижка 7%. Надбавка у 2,5% передбачена за вугільну продукцію з показниками зольності від 19,8 до 16%.