

ГВУЗ «ПРИДНЕПРОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И
АРХИТЕКТУРЫ»

г.Днепропетровск, ул.Чернышевского 24-а, тел./факс 470263



„Тверждаю ”

Проректор д.т.н., проф.

Приходько А.П.

июля 2011г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По Договору № 053/012 от 01 марта 2011г.

«Определение основных физико-механических свойств щебня (насыпная плотность, плотность зёрен, зерновой состав, содержание илистых и глинистых частиц, глины в комках, зёрен пластинчатой и игольчатой формы, зёрен слабых пород, дробимость) изготовление на его основе двух составов бетона с разной подвижностью и двух составов на обычном щебне,

Ответственные исполнители:

к.т.н., доцент Шпирько Н.В.

к.т.н., с.н.с. Бондаренко С.В.

Днепропетровск 2011

1. Вводная часть.

Приведенные результаты испытаний щебня и подбор состава бетонных смесей для бетонов В25П3 и В25П4 относятся к материалам предоставленным для выполнения работ ООО «СТРОЙЭКСПОРТ»

2. Испытание щебня.

Для испытания предоставлен щебень кубовидной формы с «Мокрянского каменного карьера – 2» и «Новониколаевского каменного карьера».

Испытания проводились в соответствии с ДСТУ Б.В. 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань».

2.1 Определение средней плотности зёрен щебня, насыпной плотности и пустотности.

Определение средней плотности зёрен щебня проводилось в соответствии с пунктом 4.16, а насыпную плотность и пустотность в соответствии с 4.17 ДСТУ Б.В. 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань» результаты определений приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

№ п/п	Наименование показателя	Единицы измерения	Мокрянский каменный карьер – 2	Новониколаевский каменный карьер
1	Средняя плотность зёрен щебня	кг/м ³	2610	2602
2	Насыпная плотность	кг/м ³	1446,5	1364,5
3	Пустотность	%	44,6	47,6

2.2 Определение зернового состава щебня

Определение зернового состава щебня проводилось в соответствии с пунктом 4.3 ДСТУ Б.В. 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань» результаты определений приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

№ п/п	Наименование остатка на сите	Единицы измерения	Размер отверстий сит, мм					
			25	20	10	5	2,5	1,25
Мокрянский каменный карьер – 2								
1	Частные	кг	0	0,925	5,465	3,330	0,235	0,045
		% по массе	0	9,25	54,65	33,30	2,35	0,45
2	Полные	% по массе	0	9,25	63,90	97,25	99,55	100
Новониколаевский каменный карьер								
1	Частные	кг	0	0,415	6,555	2,92	0,075	0,035
		% по массе	0	0,415	65,55	29,2	0,75	0,35
2	Полные	% по массе	0	0,415	69,70	98,90	99,65	100

По зерновому составу щебень обоих карьеров отвечает требованиям пункта 4.3 ДСТУ Б.В. 2.7-71-98.

2.3 Определение содержания зёрен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы

Определение содержания зёрен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы проводилось в соответствии с пунктом 4.7 ДСТУ Б.В. 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань» результаты определений приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Наименование показателя	Единицы измерения	Мокрянский каменный карьер – 2	Новониколаевский каменный карьер
Содержание зёрен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы	% по массе	14,2	31,5

2.4 Определение дробимости щебня

Определение дробимости щебня проводилось в соответствии с пунктом 4.8 ДСТУ Б.В. 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань» результаты определений приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Наименование показателя	Единицы измерения	Мокрянский каменный карьер – 2	Новониколаевский каменный карьер
Дробимость	%	6,8	9,2

В соответствии с пунктом 4.4.1 и таблицей 2 ДСТУ Б.В. 2.7-75-98 испытанный щебень относится к марке 1400.

2.5 Определение содержания пылевидных и глинистых частиц

Определение содержания пылевидных и глинистых частиц в щебне проводилось в соответствии с пунктом 4.8 ДСТУ Б.В. 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань» результаты определений приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Наименование показателя	Единицы измерения	Мокрянский каменный карьер–2	Новониколаевский каменный карьер
Содержание пылевидных и глинистых частиц	% по массе	0,2	2,5

2.6 Определение содержания глины в комках

Определение содержания глины в комках проводилось в соответствии с пунктом 4.6 ДСТУ Б.В. 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань» результаты определений показали отсутствие глины в комках в щебне Мокрянского и Новониколаевского каменного карьеров.

2.7 Определение содержания зёрен слабых пород

Определение содержания зёрен слабых пород проводилось в соответствии с пунктом 4.9 ДСТУ Б.В. 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань» результаты определений приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Наименование показателя	Единицы измерения	Мокрянский каменный карьер – 2	Новониколаевский каменный карьер
Содержание зёрен слабых пород	% по массе	2,5	3,1

3 Определение насыпной плотности, плотности, пустотности и зернового состава песка

Для подбора состава бетона проводилось определение насыпной плотности, плотности, пустотности и зернового состава песка в соответствии с пунктами 3, 10, 12, 13 ГОСТ 8735.

Насыпная плотность песка – 1550 кг/м³;

Плотность – 2672 кг/м³;

Пустотность – 42,0%.

Результаты определения зернового состава песка приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Наименование остатка на сите	Единицы измерения	Размер отверстий сит, мм						
		5	2,5	1,23	0,63	0,315	0,14	зёрен менее 0,14
Частные	кг	0	10	10	30	345	510	95
	% по массе	0	1,0	1,0	3,0	34,5	51,0	9,5
Полные	% по массе	0	1,0	2,0	5,0	39,5	90,5	100

Модуль крупности песка 1,4

4. Влияние формы щебня на прочность бетона

Для выявления влияния на прочность бетона кубовидного щебня (по сравнению с рядовым щебнем) были изготовлены образцы бетона из смесей В25П3 и В25П4 на кубовидном щебне «Мокрянского каменного карьера – 2» и «Новониколаевского каменного карьера».

Для подбора состава бетона применяли портландцемент ПЦ II Б – Ш-400.

Твердение бетонных смесей осуществлялось при нормальных условиях ($t=18-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность $95 \pm 5\%$)

Для расчёта состава бетонных смесей использовался щебень, для которого была принята средняя плотность зёрен щебня 2663 кг/м^3 , средняя насыпная плотность щебня 1425 кг/м^3 , пустотность $46,4\%$; песок плотностью 2672 кг/м^3 , насыпная плотность песка 1550 кг/м^3 , пустотность песка 42% , модуль крупности песка $1,4$.

Прочность цемента для расчёта принималась равной 400 кг/см^2 .

Подбор состава бетонной смеси для бетона В25П3.

1. Определение цементно-водного отношения (Ц/В)

$$\frac{Ц}{В} = \frac{R_B + AR_{Ц}}{AR_{Ц}} = \frac{327,4 + 0,5 * 0,6 * 400}{0,6 * 400} = 1,864$$

Где, Ц - расход цемента;

В – расход воды;

А – коэффициент учитывающий качество заполнителей принят $0,6$ (для заполнителей хорошего качества);

R_B – нормативная прочность бетона для класса В25 при нормативном коэффициенте вариации;

$R_{Ц}$ – прочность цемента

2. Определение расхода воды с учётом того, что песок взят речной с модулем крупности 1,4. Для бетонной смеси марки по подвижности ПЗ расход воды для щебня фракции 5-20 мм принимается 205 л, а с учётом мелкого речного песка 215 л.

$$B = 205 + 10 = 215 \text{ л}$$

3. Определение расхода цемента

$$Ц = Ц/V * B = 1,864 * 215 = 400,76 \text{ кг}$$

Принимаем расход цемента 401 кг.

4. Определение расхода щебня

$$Щ = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{зщ}} + \frac{V_{п.щ} * \alpha}{\rho_{онщ}}} = \frac{1000}{\frac{1}{2,663} + \frac{0,464 * 1,5}{1,425}} = 1158 \text{ кг}$$

Где $\rho_{зщ}$ – плотность зёрен щебня;

$\rho_{онщ}$ – насыпная плотность зёрен щебня;

$V_{пщ}$ – Пустотность зёрен щебня;

α – коэффициент раздвижки зёрен щебня.

Расход щебня 1158 кг.

5. Определение расход песка

$$П = \left(1000 - \frac{Ц}{\rho_{ц}} - B - \frac{Щ}{\rho_{з.щ}}\right) * \rho_{п} = \left(1000 - \frac{401}{3,1} - 215 - \frac{1158}{2663}\right) * 2,672 = 593,1 \text{ кг}$$

Расход песка 594 кг

Определение суммарного расхода материалов на 1 м³ бетона

$$\Sigma M = Ц + B + П + Щ = 401 + 215 + 594 + 1158 = 2368$$

Определение фактической плотности бетонной смеси

$$\rho_{бет.смеси} = \frac{M_{бетон+сосуда} - M_{сосуда}}{V} = \frac{5,048 - 0,31}{2} = 2,369 \text{ кг/л} = 2369 \text{ кг/м}^3$$

Осадка конуса составила 14 см.

Состав бетонной смеси для бетона В25ПЗ приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1

№ п/п	Наименование компонентов	Расход компонентов на 1 м ³ бетонной смеси, кг
1	Цемент	430
2	Вода	215
3	Песок	594
4	Щебень	1158

Примечание. Учитывая колебание реальной прочности цемента, его расход принят 430 кг отличный от расчётного. Расход материалов приведен для номинального состава бетона, т.е. для сухих песка и щебня.

Подбор состава бетонной смеси для бетона В25П4

1. Определение цементно-водного отношения (Ц/В)

$$\frac{Ц}{В} = \frac{R_B + AR_{Ц}}{AR_{Ц}} = \frac{327,4 + 0,5 * 0,6 * 400}{0,6 * 400} = 1,864$$

2. Определение расхода воды для бетонной смеси марки по подвижности П4.

$$В = 220 + 10 = 230 \text{ л}$$

3. Определение расхода цемента

$$Ц = Ц/В * В = 1,864 * 230 = 428,7 \text{ кг}$$

Расход цемента - 429 кг.

4. Определение расхода щебня

$$Щ = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{зщ}} + \frac{V_{п.щ} * \alpha}{\rho_{ошц}}} = \frac{1000}{\frac{1}{2,663} + \frac{0,464 * 1,6}{1,425}} = 1116 \text{ кг}$$

Расход щебня - 1116 кг.

5. Определение расхода песка

$$P = \left(1000 - \frac{Ц}{\rho_{ц}} - B - \frac{Щ}{\rho_{з.щ}}\right) * \rho_{п} = \left(1000 - \frac{429}{3,1} - 230 - \frac{1116}{2663}\right) * 2,672 = 569,1 \text{ кг}$$

Расход песка - 570 кг

Определение фактической плотности бетонной смеси

$$\rho_{\text{бет. смеси}} = \frac{M_{\text{бетон+сосуда}} - M_{\text{сосуда}}}{V} = \frac{4,99 - 0,31}{2} = 2,34 \text{ кг/л} = 2340 \text{ кг/м}^3$$

Осадка конуса составила 20 см, что соответствует марке по подвижности П4.

Состав бетонной смеси для бетона В25П4 приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2

№ п/п	Наименование компонентов	Расход компонентов на 1 м ³ бетонной смеси, кг
1	Цемент	470
2	Вода	230
3	Песок	570
4	Щебень	1116

Примечание. Учитывая колебание реальной прочности цемента, его расход принят 470 кг, отличный от расчётного. Расход материалов приведен для номинального состава бетона т.е. для сухих песка и щебня.

Составы бетонных смесей приведены в таблицах 4,1 и 4.2. Образцы бетона твердели в нормальных условиях (t=18-20 °С, влажность 95 ±5%) и были испытаны в возрасте 28 суток.

Результаты исследований приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

№ п/п	Вид щебня	Содержания зерен пластичной и лещадной формы	Марка бетонной смеси	Класс бетона	Предел прочности при сжатии кгс/см ²
1	«Мокрянский каменный карьер – 2»	14,2%	B25П3	B25	324
2			B25П4	B25	310
3	«Новониколаевский каменный карьер»	31,5%	B25П3	B25	259
4			B25П4	B25	252

5. Влияние содержания зерен пластичной (лещадной) и игловатой формы щебня на прочность бетона

Для определения влияния формы зёрен щебня на прочность бетона, из пробы кубовидного щебня Мокрянского каменного карьера – 2 в ручную были отобраны зёрна пластинчатой (лещадной) и игловатой формы. В результате, были подготовлены четыре пробы щебня с разным содержанием зёрен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в количестве 0%, 15%, 30%, 50 %, на которых изготовлены бетоны класса В25П3.

Составы бетона для определения влияния формы зёрен щебня на прочность бетона рассчитывались по методу абсолютных объёмов. Составы принимались одинаковыми для бетонных смесей В25П3 приготавливаемых на кубовидном щебне Мокрянского каменного карьера – 2 с содержанием в щебне 0%, 15%, 30%, 50 % зёрен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы.

Результаты исследований влияния содержания в щебне Мокрянского каменного карьера – 2 зёрен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы на прочность бетона представлено в таблице 5.1 и на рис.1.

Таблица 5.1

	Содержание зерен пластичной и игловатой формы			
	0%	15%	30%	50%
Прочность бетона	348	317	265	253

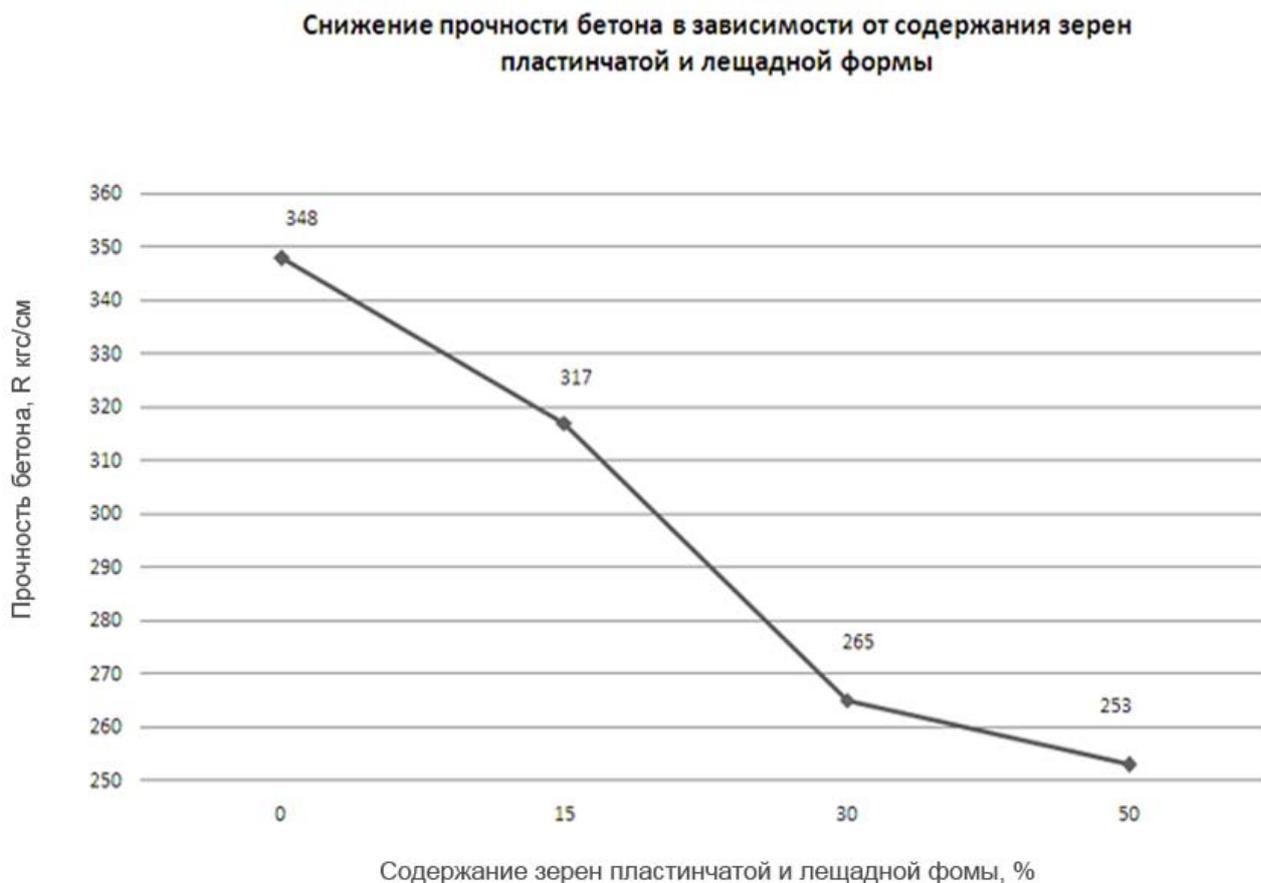


Рис. 1. Влияние зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в щебне Мокрянского каменного карьера – 2 в количестве 0%, 15%, 30%, 50 % на прочность бетона

Выводы

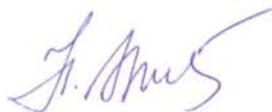
Прочность бетона класса В25 изготовленного из бетонной смеси класса В25П3 твердевшего в нормальных условиях на рядовом щебне, снижается на 20 % по сравнению с бетоном того же класса приготовленного на кубовидном щебне Мокрянского каменного карьера – 2.

Прочность бетона класса В25 изготовленного из бетонной смеси класса В25П4 твердевшего в нормальных условиях на рядовом щебне, снижается на 19 % по сравнению с бетоном того же класса приготовленного на кубовидном щебне Мокрянского каменного карьера – 2.

Содержание до 30% зёрен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в щебне фракции 5-20, приводит к снижению прочности бетона класса В25П3 до 24 %. Содержание зёрен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы до 50 % приводит к снижению прочности бетона класса В25П3 до 28 %.

Прочность бетона при использовании кубовидного щебня Мокрянского каменного карьера – 2 возрастает на 15– 20% по сравнению с рядовым щебнем. При производстве бетона позволяет экономить заполнитель, так как даёт возможность провести плотную утрамбовку, с минимальными расстояниями между зернами. Такая экономия связующих компонентов позволяет понизить себестоимость готового изделия. Использование кубовидного щебня снижает неоднородность бетонов тем самым повышает деформативные свойства.

К.т.н., доцент



Шпирько Н.В.

К.т.н., с.н.с.



Бондаренко С.В.