

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет

Инженерно-технологический институт

Кафедра Технические системы в агробизнесе, природообустройстве
и дорожном строительстве

Орехова Г. В.

РАСЧЕТ СОСТАВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

Методическое указание
для выполнения практической работы по дисциплине
«Организация и технология работ по природообустройству»
по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы,
профиль «Машины и оборудование природообустройства
и дорожного строительства»

Брянская область 2021

УДК 626.8:691.32 (076)

ББК 38.33

О 65

Орехова, Г. В. Расчет состава бетонной смеси: методическое указание для выполнения практической работы, по дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству», по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства» / Г. В. Орехова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 21 с.

В методическом указании изложен материал к практической работе по дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству».

Методическое указание предназначены для бакалавров обучающихся по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Рецензент: к.т.н., доцент, кафедры ТС в АБП и ДС Дьяченко А.В.

Методическое указание рассмотрено и рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол № 7 от 27 апреля 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021

© Орехова Г.В., 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4	стр.
1	Краткие теоретические сведения	5	
2	Состав бетонной смеси	7	
2.1	Расчет состава бетонной смеси с заданными свойствами	8	
3	Порядок выполнения расчетов	13	
	Список литературы	20	

ВВЕДЕНИЕ

Методическое указание предназначено для выполнения практической работы, разработано согласно дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству» для направления Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Проведение практических работ по данной дисциплине является неотъемлемым и важным этапом в подготовке бакалавров.

В них освещена методика решения основных вопросов технологии производства работ по природообустройству. Рассматривается методика подсчета объемов земляных, основных, вспомогательных и транспортных процессов. Выбор методов производства этих работ предусматривает комплексную механизацию всех производственных процессов, учебные исследования по технико-экономическим обоснованиям принятых вариантов, технологические расчеты. В процессе выполнения заданий проводится работа с нормативной литературой.

В настоящем методическом указании освещена методика решения основных вопросов, составляющих объем технологии работ по природообустройству, приведены последовательность выполнения и рекомендации к решению технологических вопросов.

Расчет состава бетонной смеси

Цель работы: освоить методику и научиться рассчитывать состав бетонной смеси.

Задание к работе:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Произвести расчет состава бетонной смеси.

1 Краткие теоретические сведения

Бетонная смесь обладает необходимой удобоукладываемостью только при содержании в ней достаточного количества цемента. Уменьшение количества цемента до определенных значений повышает опасность расслоения бетонной смеси и может привести к появлению в смеси микропустот и снижению прочности и долговечности бетона.

Минимальный расход цемента зависит от консистенции бетонной смеси и крупности заполнителя. Если при определении состава бетона окажется, что расход цемента, требуемый из условия получения заданной прочности, ниже указанных значений, то в расчет принимают минимальный расход цемента.

Для экономного расходования цемента необходимо, чтобы его марка по возможности превышала требуемую прочность бетона:

Прочность бетона, МПа.....10 15 20 30 40 50

Марка цемента.....300 400 400 500 600 600

При использовании для бетона более низких марок цемента требуется слишком большой его расход. Наоборот, когда марка цемента излишне высока, может оказаться, что расход цемента будет меньше минимального значения, требуемых техническими условиями для получения бетона необходимой прочности. В этом случае для экономии цемента в бетон целесообразно вводить тонкомолотую добавку (золу, молотый кварцевый песок, известняковую муку и др.).

Состав бетонной смеси выражают двумя способами:

первым – соотношением по массе между цементом, песком, гравием (или щебнем) с обязательным указанием водоцементного отношения и активности цемента. Количество цемента принимает за 1, поэтому соотношение между составными частями бетона записывают в виде 1:х:у с указанием В/Ц (например, 1:2:4 по массе при В/Ц=0,6);

вторым – расходом материалов по массе (кг) на 1 м^3 уложенной и уплотненной бетонной смеси, например: цемента – 280; песка – 700; щебня – 1250; воды – 170; итого 2400 кг.

Различают *лабораторный* состав бетона, устанавливаемый для сухих материалов, и *производственный* (полевой) – для материалов в естественно-влажном состоянии. Лабораторный состав бетона определяют расчетно-экспериментальным путем. Состав бетона предварительно рассчитывают по абсолютным объемам, используя формулы для определения расхода воды, цемента, песка, щебня (гравия), а затем уточняют пробными затворениями.

Состав мелкозернистого (песчаного) бетона подбирают в соответствии с "Инструкцией по приготовлению мелкозернистого (песчаного)бетона" СН 488-76 (М., Стройиздат, 1977 г.) и "Руководством по подбору составов тяжелого бетона" (М., Стройиздат, 1979 г.).

При затворении водоцементное отношение бетонной смеси в зависимости от условий нанесения, типа конструкции и физико-механических свойств составляющих смеси может составлять 0,40-0,50. В уложенной смеси водоцементное отношение снижается соответственно на 10-20 % вследствие уноса сжатым воздухом части воды затворения. Подвижность смеси по погружению стандартного конуса при загрузке в питатель должна составлять 5-6 см, а в уложенной смеси - 3-5 см.

При расчете состава бетона иногда необходимо учитывать требования к нему по морозостойкости, водонепроницаемости, прочности на растяжение при изгибе и пр. в этом случае для назначения В/Ц используют соответствующие зависимости, но способ определения состава бетона в принципе сохраняется.

2 Состав бетонной смеси

При расчете состава бетонной смеси нужно учитывать все до мелочей. Расчеты производятся в зависимости от того, какую марку бетона вы хотите получить и для каких целей он необходим.

Для приготовления бетонной смеси необходимо:

- щебень;
- песок;
- вода;
- цемент.

На данный момент имеются специальные таблицы, при помощи которых можно рассчитать необходимое количество составляющих для приготовления бетонного раствора. Также вы можете воспользоваться онлайн-калькуляторами расчета состава для приготовления раствора.

Таблица 1 – Получение определенной марки бетона из цемента марки М 500

Марка бетона	Массовый состав, Ц:П:Щ, кг	Объемный состав на 10 л цемента, П:Щ, л	Количество бетона из 10 л цемента, л
100	1:5,8:8,1	53:71	90
150	1:4,5:6,6	40:58	73
200	1:3,5:5,6	32:49	62
250	1:2,6:4,5	24:39	50
300	1:2,4:4,3	22:37	47
400	1:1,6:3,2	14:28	36
450	1:1,4:2,9	12:25	32

Конечно, не стоит забывать и о качестве составляющих, ведь, к примеру, тот же щебень имеет различные фракции, как и цемент, и песок имеют различные характеристики. Для приготовления хорошего состава бетонного раствора

необходимо использовать качественные ингредиенты, входящие в состав бетонной смеси.

К примеру, для расчета состава ленточного фундамента нужно придерживаться таких пропорций: 1 часть цемента, 2 части песка, 4 части щебня. Иными словами, если вы возьмете мешок цемента (50 кг), то вам понадобится 100 кг песка и 200 кг щебня. Воду нужно добавить так, чтобы консистенция раствора напоминала сметану, раствор должен получиться податливым и эластичным.

Иными словами, количество необходимых ингредиентов каждый рассчитывает таким образом, который удобен ему, но в то же время не стоит забывать про имеющиеся нормы и стандарты. Например, возьмем песок, он может быть речным, морским и простым карьерным, а соответственно, качество бетонного раствора будет различным, более того, количество песка также может варьироваться. Если взять речной песок, то бетон будет качественным и обладать прекрасными эксплуатационными характеристиками, то же самое характеризует и щебень.

2.1 Расчет состава бетонной смеси с заданными свойствами

Подбор состава сводится к установлению рационального соотношения между составляющими материалами бетона, определению номинального состава и корректировке рабочего состава, расчету и передаче в производство рабочих дозировок. Подобранный состав должен обеспечить заданную подвижность (удобоукладываемость), прочность бетона при минимальном расходе цемента.

До начала расчета необходимо проверить качество всех исходных материалов. Наиболее прост и удобен расчет по методу абсолютных объемов, предложенный профессором Б.Г. Скрамтаевым, Расчет ведется на 1000 литров бетонной смеси. Удобнее показать его на примере.

З а д а н и е: подобрать состав бетона для железобетонного монолитного перекрытия в промышленном здании. Конструкция особо насыщена арматурой.

Содержание арматуры – более 1%, минимальное расстояние между стержнями арматуры – 60 мм. Толщина плиты 100 мм, наименьшее измерение балок – 200 мм. Марка бетона "200" (принимается по чертежам конструкции). Пластичность бетонной смеси можно принять по таблице в зависимости от размеров конструкции и густоты армирования.

Таблица СНи Па рекомендует бетон пластичностью 5-8 см. Наибольшая крупность заполнителя может быть принята не более 1/2 толщины плиты, 1/3 наименьшего измерения балок и более 3/4 расстояния между стержнями арматуры в свету.

Следовательно, наибольшая крупность гравия может быть принята 40 мм (45 мм).

Характеристика материалов

Портландцемент марки "400":

плотность $\rho_c = 3,1 \text{ г/см}^3$ или $3,1 \text{ кг/л}$;

насыпная плотность $\rho_{0c} = 1300 \text{ кг/м}^3$.

Песок средней крупности $M_{кр} = 2,4$ по зерновому составу соответствует стандарту;

плотность $\rho_{п} = 2,61 \text{ г/см}^3$;

насыпная плотность $\rho_{п} = 1400 \text{ кг/м}^3$

Гравий: наибольшая крупность $D_{нб} = 40 \text{ мм}$;

плотность $\rho_{г} = 2,6 \text{ г/см}^3$;

насыпная плотность $\rho_{0г} = 1510 \text{ кг/м}^3$;

пустотность $\Pi = 42 \%$;

коэффициент пустотности $K_{п} = 0,42$;

Вода питьевая водопроводная.

Расчет состава бетонной смеси производят

в следующей последовательности:

Определение водоцементного отношения

Водоцементное отношение или цементноводное отношение вычисляют по формулам прочности бетона:

$$R_6 = A \times R_{ц} (\text{Ц/В} - 0,5) \text{ применяют при В/Ц } 0,4 ; \quad (1)$$

$$R_6 = A_1 \times R_{ц} (\text{Ц/В} + 0,5) \text{ применяют при В/Ц } 0,4, \quad (2)$$

где $R_{ц}$ – предел прочности бетона нормального твердения в возрасте 28 суток (марка);

A и A_1 – коэффициенты, характеризующие качество материалов;

Ц/В – цементноводное отношение (по массе).

Цементноводное отношение из формулы 3:

$$\text{Ц/В} = (R_6 / A \times R_{ц}) + 0,5 = (200 / (0,55 \times 400)) + 0,5 = 1,4, \quad (3)$$

где A – эмпирический коэффициент

Расход воды в нашем примере на 1 м^3 бетонной смеси – 175 л.

Определение расхода цемента:

$$\text{Ц} = \text{В/Ц} = 175 / 0,7 = 250 \text{ кг}, V_{ц} = 250 / 3,1 \quad (4)$$

Определение абсолютного объема цементного теста:

$$V_{ц.т.} = \text{В} + V_{ц} = 175 + 250 / 3,1 = 256 \text{ л}. \quad (5)$$

Сумма абсолютных объемов всех составных частей бетона в 1 м^3 (1000 л) выражается уравнением (6):

$$(\text{Ц} / r_{ц}) + (\text{П} / r_{п}) + (\text{Г} / r_{гп}) + \text{В} = 1000. \quad (6)$$

Цементно-песчаный раствор заполняет пустоты в крупном заполнителе с некоторой раздвижкой зерен. Уравнение составляется из этого предположения:

$$(\text{Ц} / r_{\text{ц}}) + (\text{П} / r_{\text{п}}) + \text{В} = K_{\text{п}} \times (\Gamma / r_{\text{нас.гр}}) \times a, \quad (7)$$

a - коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя,

Решая совместно уравнения (6) и (7), находим формулу для определения потребности в гравии (щебне).

$$\Gamma = 1000 / [(K_{\text{п}} \times a / r_{\text{нас.гр}}) + (1 / r_{\text{гр}})]. \quad (8)$$

Подставляя в формулу (8) значения, определяем расход гравия:

$$\Gamma = 1000 / [(0,42 \times 1,32 / 1,51) + (1 / 2,6)] = 1330,5 \text{ кг.}$$

1.4.7. Определение расхода песка.

$$\text{П} = (1000 - (\Gamma / r_{\text{гр}}) - V_{\text{ц.т.}}) \times r_{\text{п}}. \quad (9)$$

Подставляя в формулу (9) значения, определяем расход песка:

$$\text{П} = (1000 - (1330,5 / 2,6) - 255,64) \times 2,61 = 607 \text{ кг.}$$

Расход материалов на 1 м³ бетона (номинальный состав):

Цемент 250 кг;

Песка 607,16 кг;

Гравия 1330,5 кг;

Воды 175,0 кг;

Всего 2362,66 кг.

Таким образом, средняя плотность бетонной смеси $r_{\text{б.см.}} = 2363,0$ кг/м³ (теоретическая).

Экспериментальная проверка расчетного состава бетонной смеси

Расчетный состав бетонной смеси может быть выдан на производство только после экспериментальной проверки его пластичности, прочности (после

затвердевания), а в отдельных случаях морозостойкости, истираемости, водопроницаемости и других специальных свойств.

Количество бетонной смеси для определения пластичности и прочности (марки) выбирается в зависимости от размеров образцов и объема конуса:

а) образцы — кубы 10x10x10 см — 6 литров;

б) образцы — кубы 15x15x15 см — 11 литров;

в) образцы — кубы 10x10x10 см — (3 шт.) и балочки размером 10x10x40 см (для дорожных бетонов) — 16 литров.

Если при проверке подвижности бетонной смеси окажется, что смесь имеет избыточную подвижность, то к ней добавляют песок и гравий, не меняя соотношения между ними. Если пластичность окажется недостаточной, то добавляют цемент к воде, не нарушая водоцементного отношения.

После проверки пластичности изготавливают образцы для испытания бетона на прочность, согласно приведенной выше методике. Оставшуюся неиспользованной бетонную смесь помещают в форму 10x10x10 см или 15x15x15 см, подвергают вибрации и измеряют объем бетонной смеси.

Значение средней полученной плотности экспериментальным способом сравнивают с теоретическим значением, полученным ранее по расчету.

Разница между ними может быть не более 3 %. Расхождение этих значений может быть вызвано ошибками в расчете состава или неточным определением характеристик исходных материалов.

Выход бетонной смеси ($V_{б.см.}$) в уплотненном состоянии определяют подсчетом объема бетонной смеси во всех формах.

Экспериментальная средняя плотность полученной смеси подсчитывается по формуле (10):

$$\gamma_{0\text{ б.см.}} = (m_{ц} + m_{в} + m_{г} + m_{п}) \times 1000 / V_{\text{б.см.}}, \quad (10)$$

где $m_{ц}$, $m_{в}$, $m_{г}$, $m_{п}$ — масса всех компонентов бетонной смеси, кг.

Если объем полученной бетонной смеси отличается от расчетного объема, то расход материалов на 1 м^3 следует скорректировать. Например, расчетный объем был равен 6 л, после изготовления получили 5,7 л.

Отсюда поправочный коэффициент: $K = 6 / 5,7 = 1,053$.

Прочность бетона принятого состава проверяют по результатам испытания образцов-кубиков. Часто при испытании получают избыточную или недостаточную прочность. Объясняется это тем, что расчетной формуле прочности бетона (по которой определяют водоцементное отношение) коэффициент A не учитывает с достаточной точностью качественное разнообразие крупного и мелкого заполнителей.

Поэтому при экспериментальной проверке бетона необходимо изготовить еще не менее двух смесей, из которых одна будет иметь уменьшенное, а другая – увеличенное значение водоцементного отношения против расчетного на 5-7 %. Кроме того, в случае изготовления большого количества бетона, рекомендуется изготовить смесь с меньшим и большим соотношением заполнителей (песок-гравий) в отличие от основного. Из всех составов выбирают состав наиболее экономичный по расходу цемента и соответствующий проектной марке.

3 Порядок выполнения расчетов

Задание 1. Определить объемную массу бетонной смеси (кг.), используя следующие данные.

Для приготовления бетона приняты материалы со следующими характеристиками:

Плотность, г/см^3 :

- цемента $\gamma_{\text{ц}} = 3,0$

- щебня $\gamma_{\text{щ}} = 2,68$

- песка $\gamma_{\text{п}} = 2,60$

Объемная масса в насыпном состоянии, г/см^3 :

- щебня $\gamma_{\text{о}}^{\text{щ}} = 1,41$

- песка $\gamma_{\delta}^n = 1,56$

Удельная поверхность, $\text{см}^2/\text{г}$:

- щебня $S_{\text{щ}} = 5$

- песка $S_{\text{п}} = 80$

Пористость определяем по формуле::

- щебня:

$$E_{\text{щ}} = \frac{\gamma_{\text{щ}} - \gamma_{\delta}^{\text{щ}}}{\gamma_{\text{щ}}}, \quad (11)$$

- песка:

$$E_{\text{п}} = \frac{\gamma_{\text{п}} - \gamma_{\delta}^{\text{п}}}{\gamma_{\text{п}}}, \quad (12)$$

Толщина пленки цементного теста δ , обволакивающей зерна заполнителей, принимается равной 10 мкм, или 0,001 см.

Если щебень занимает объем $V = 1 \text{ м}^3$, то объем его пустот составит, л:

$$V'_{\text{щ}} = V \cdot E_{\text{щ}}, \quad (13)$$

Этот объем должен быть заполнен песком. л:

$$V_{\text{п}} = V'_{\text{щ}}$$

Объем пустот песка, л:

$$V'_n = V_n \cdot E_n, \quad (14)$$

Этот объем должен быть заполнен цементным тестом.

Таким образом, объем цементного теста будет равен:

$$V'_{\text{ц.т.}} = V'_n$$

По имеющимся объемам и объемным масса определим их расход, кг:

$$G_{ц} = V \cdot \gamma_6^м, \quad (15)$$

$$G_n = V_n \cdot \gamma_6^n, \quad (16)$$

Общая поверхность заполнителей составит:

$$S = G_{ц} \cdot S_{ц} + G_n S_n, \quad (17)$$

Тогда объем цементного теста, обволакивающего зерна заполнителей, л, будет равен:

$$V_{ц.т}^{\delta} = S \cdot 1 \cdot 10^{-3}, \quad (18)$$

Общий объем цементного теста:

$$V_{ц.т} = V_{ц.т}^{\delta} + V_{ц.т}^{\delta}, \quad (19)$$

Водоцементное отношение определим по формуле:

$$B/C = \frac{0,45 \cdot \frac{R_{ц}}{R_6}}{1 + 0,18 \cdot \frac{R_{ц}}{R_6}}, \quad (20)$$

где $R_{ц} = 40$ – марка или активность цемента;

$R_6 = 20$ – проектная марки бетона при сжатии или требуемая расчетная прочность бетона.

Тогда расход цемента составит:

$$C = \frac{V_{ц.т}}{\frac{1}{\gamma_{ц}} + B/C}, \quad (21)$$

Расход воды составит:

$$B = Ц \cdot B/Ц , \quad (22)$$

Для определения расхода материалов на приготовление 1 м³ бетонной смеси определяем общий объем бетонной смеси, л:

$$V_{бет} = V + V_{ц.м} , \quad (23)$$

Проверяем по абсолютным объемам, л:

$$V_{бет} = \frac{G_{ш}}{\gamma_{ш}} + \frac{G_{п}}{\gamma_{п}} + \frac{Ц}{\gamma_{ц}} + B , \quad (24)$$

Расход материалов на приготовление 1 м³ бетонной смеси (бетон марки 300 в возрасте 180 сут.) при марке цемента М 400 (ГОСТ 10178-85) составит (в кг.):

$$Ц_1 = \frac{Ц}{V_{бет}} \quad Ш = \frac{G_{ш}}{V_{бет}} \quad П = \frac{G_{п}}{V_{бет}} \quad B_1 = \frac{B}{V_{бет}} , \quad (25)$$

Объемная масса бетонной смеси (кг.) составит:

$$Q = Ц_1 + Ш + П + B_1 , \quad (26)$$

Задание 2. Определение расхода материалов на 1 м³ бетона.

- Требуемая прочность бетона М200.
- Подвижность бетонной смеси - ОК = 5 см.
- Наибольший размер щебня - 40 мм.
- Водоцементное отношение В/Ц = 0,57.
- Плотность цемента для портландцемента принята $\gamma_{ц} = 3,1 \text{ г/см}^3$.
- Плотность песка $\gamma_{п} = 2,63 \text{ г/см}^3$, объемная масса щебня $\gamma_{об.м} = 2,6$

кг/л.

Расход цемента Ц, кг, на 1 м³ бетона подсчитывают по формуле:

$$Ц = \frac{В}{В/Ц}, \quad (27)$$

где В - расход воды, л, на 1 м³ бетона.

По таблице 2 находим расход воды при применении щебня размером 40 мм и содержание песка - 41% общего количества заполнителей.

Таблица 2 - Расход воды и содержание песка в смеси заполнителей для пробных замесов товарного бетона

Наибольший размер зерен щебня, мм	Содержание песка, % от общего количества заполнителей по абсолютному объему	Расход воды на 1 м ³ бетона, л
10-12	56	230
15	52	220
20	49	200
25	46	195
40	41	185
50	39	177
70	35	167

Примечание. Если в составе щебня имеется песок, его количество надо уменьшить. Расход воды приведен с учетом условного водопоглощения щебня до 1,5%

Далее определяем абсолютный объем смеси песка и щебня А_{см}, л. Для этого из 1 м³ бетона вычитают сумму абсолютных объемов цемента и воды, т.е. абсолютный объем, занимаемый в бетоне цементным тестом:

$$A_{см} = 1000 - \left(\frac{Ц}{Y_{ц}} + В \right), \quad (28)$$

Абсолютный объем песка А_п, л, определяем по формуле:

$$A_n = \frac{A_{см} \cdot r}{100}, \quad (29)$$

где r - найденное по таблице 5.1 процентное содержание песка.

Абсолютный объем щебня $A_{щ}$, л, находят как разность между абсолютными объемами смеси заполнителей и песка:

$$A_{щ} = A_{см} - A_{п} , \quad (30)$$

Зная плотность песка $Y_{п}$ и объемную массу щебня $Y_{об.щ}$, определяют расходы песка П и щебня Щ, кг, на 1 м^3 бетона:

$$П = A_{п} \cdot Y_{п} , \quad (31)$$

$$Щ = A_{щ} \cdot Y_{об.щ} , \quad (32)$$

Записать расход материалов на 1 м^3 бетона: Ц ; В ; П ; Щ, кг.

Объемная масса бетонной смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$Y_{об.б.см} = Ц + В + П + Щ , \quad (33)$$

Для приготовления пробных замесов количество цемента, песка, щебня и воды уменьшают в соответствии с принятым объемом пробного замеса. Затем делают пробные замесы и путем корректирования устанавливают окончательный расход воды на 1 м^3 бетона, обеспечивающий заданную подвижность смеси. В том случае, когда заданное количество воды не обеспечивает требуемой подвижности бетонной смеси, в приготовленную смесь добавляют воду порциями по 2-3% от заданного количества. Для сохранения принятого В/Ц добавляют также соответствующее количество цемента. Если смесь получилась с избыточной подвижностью по сравнению с требуемой, в замес добавляют песок и щебень, сохраняя между ними принятое по расчету соотношение. Песок и щебень также добавляют порциями, по 3-5% от их веса. После корректировки пробного замеса окончательно устанавливают состав бетона.

Вывод по работе.

Список литературы

1. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1989.
2. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. М.: Госстрой России, 1999.
3. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство. М.: Госстрой России, 2002.
4. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
5. Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ. М.: Стройиздат, 1983.
6. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.
7. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1987.
8. Земляные работы: справочник строителя / Л.В. Гриншпун, А.В. Карпов, М.С. Чиченков и др.; под ред. Л.В. Гриншпуна. М.: Стройиздат, 1992.
9. Расчет организационно-технологических параметров различных строительных процессов: метод. указания к выполнению лабораторных работ / А.Н. Ткаченко, В.П. Радионенко, А.Н. Василенко и др. Воронеж, 2015. 38 с.
10. Технология строительных процессов: учебник для вузов / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. М.: Высш. школа, 2000.
11. Бозылев В.В., Сафончик Д.И. Технология строительного производства: учеб.-метод. комплекс. В 5 ч. Ч. 2. Новополец: ПГУ, 2008. 284 с.

Учебное издание

Орехова Галина Владимировна

РАСЧЕТ СОСТАВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

Методическое указание

для выполнения практической работы по дисциплине
«Организация и технология работ по природообустройству»
по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы,
профиль «Машины и оборудование природообустройства
и дорожного строительства»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 01.06.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,22. Тираж 25 экз. Изд. № 6960.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ