

Первым шагом к получению качественного бетона является правильный выбор исходных материалов для его приготовления (рисунок 9).



Рисунок 9 - Укладка бетона

2.17. Дорожный цементный бетон. Проектирование состава тяжелого бетона

Дорожным называют бетон, применяемый в покрытиях и основаниях автомобильных дорог и аэродромов.

Это разновидность тяжелого бетона, который обладает повышенной прочностью на растяжение при изгибе, износо- и морозостойкостью.

Такой вид специального бетона применяют для устройства цементобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог, взлетно-посадочных полос аэродромов, дорог промышленных предприятий.

Бетон в указанных дорожных конструкциях работает в тяжелых условиях. Он подвергается:

- воздействию многократно повторяющихся динамических нагрузок;
- воздействию воды;
- морозных циклов замораживания-оттаивания с одновременным влиянием солей (NaCl), применяемых для борьбы с гололедом.

Под действием транспортных нагрузок бетонное покрытие работает на изгиб как плита на упругом основании. Именно поэтому основным показателем механических свойств дорожного бетона является прочность на растяжение при изгибе.

Прочность на сжатие для дорожных бетонов является косвенной характеристикой их износостойкости. Исследования показали, что при прочности на сжатие выше 30 МПа сопротивление истираемости дорожных покрытий будет достаточным (таблица 4).

Таблица 4 – Рекомендуемые классы бетона по прочности для различных конструктивных слоев дорожных покрытий

Назначение бетона	Минимальный проектный класс, МПа (марка, кгс/см ²), бетона по прочности I	
	при растяжении при изгибе	при сжатии
Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия дорог I и II категорий	4,0 (50)	30 (400)
Нижний слой двухслойного покрытия дорог I и II категорий	3,2 (40)	22,5 (300)
Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия дорог III категории	3,6 (45)	27,5 (350)
Нижний слой двухслойного покрытия дорог III категории	2,8 (35)	20 (250)
Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия дорог IV категории	3,2 (40)	25 (300)
Нижний слой двухслойного покрытия дорог IV категории	2,4 (30)	15 (200)
Основание дорог I-V категорий	1,2 (15)	5 (75)

Примечание - В скобках приведены значения ближайших к данному классу марок бетона для дорожных покрытий.

Основной причиной разрушения бетона при воздействии солей и мороза является то, что на глубине 10...12 мм от поверхности происходит выкристаллизовывание льда и гидратов солей. Расширение льда, образующегося из растворов солей, составляет 1,5...3 % его первоначального объема, в то время как для пресного льда это расширение составляет не более 0,1 %. На структуру льда влияет пространство, в котором он образуется, т.е. характер пористости бетона, которую следует регулировать добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ). Повышение морозостойкости при применении ПАВ вызывается дополнительно вовлеченным воздухом. Пузырьки воздуха блокируют ходы сообщения между отдельными капиллярами, сеть которых оказывается разъединенной минерализованными пузырьками. Поры, образующиеся в бетонной смеси, не заполняются водой при увлажнении затвердевшего бетона и воспринимают давление замерзшей воды в качестве демпферного пространства.

Для снижения расхода цемента и улучшения свойств бетонной смеси и бетона дорожных и аэродромных покрытий, помимо воздухововлекающих добавок, необходимо применять пластифицирующие добавки. Более широкое применение получила комплексная добавка, состоящая из

лигносульфоната технического (ЛСТ – расход 0,15...0,25 %) и смолы нейтрализованной воздухововлекающей (СНВ – 0,001...0,025 %).

Проектирование состава бетона.

Цель проектирования состава бетона – установить такое соотношение между компонентами, которое позволяет обеспечить требуемые технологические свойства бетонной смеси и нормируемые показатели качества бетона в установленные сроки при минимальных материальных и энергетических затратах. Для обеспечения экономичности бетона, как правило, стремятся получить бетон с минимальным расходом цемента, так как последний является самым дорогостоящим компонентом.

Проектирование состава производят расчетно-экспериментальным методом, который предусматривает следующий порядок:

а) вначале выполняют предварительный расчет состава бетона с использованием формул, графиков, таблиц;

б) затем осуществляют корректировку состава на опытных замесах.

Состав бетона выражают в виде расхода материалов по массе на 1 м³ уложенной и уплотненной бетонной смеси. Например:

$$Ц = 320 \text{ кг/м}^3;$$

$$П = 680 \text{ кг/м}^3;$$

$$Щ = 1240 \text{ кг/м}^3;$$

$$В = 180 \text{ л/м}^3.$$

Иногда состав бетона выражают в виде количественного соотношения по массе между составляющими материалами относительно единицы массы цемента (например, Ц : П : Щ = 1 : 2 : 4 при В/Ц = 0,5).

Принято различать лабораторный (номинальный) состав бетона, который осуществляют для сухих материалов и производственный – на основе минеральных заполнителей с естественной влажностью.

Проектирование состава бетона выполняется в следующей последовательности:

- назначают требования к бетону на основе информации о виде конструкции, для которой он предназначен; условий ее эксплуатации и технологии изготовления;

- осуществляют выбор материалов для бетона;

- производят определение расчетного состава бетона;

- уточняют состав на пробных замесах;

- назначают производственный состав бетона.

Назначение требований к прочности бетона (одно из основных), а также к другим свойствам, исходя из условий эксплуатации бетонных изделий (морозостойкости, водонепроницаемости, коррозионной стойкости и др.) обычно осуществляют в соответствии с проектно-технической документацией на конкретную конструкцию.

Удобоукладываемость бетонной смеси, если она задана, следует назначать по ТНПА.

Расчет лабораторного состава бетона производится по методу абсолютных объемов. Согласно этому методу, расход всех четырех компонентов бетонной смеси должен быть таким, чтобы сумма их абсолютных объемов составляла 1000 л (при этом не учитывается небольшой объем вовлеченного воздуха):

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + B + \frac{П}{\rho_{п}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} = 1000,$$

Ориентировочный расход воды (В) принимается по действующим ТНПА в зависимости от требуемой удобоукладываемости бетонной смеси, вида и крупности заполнителя.

Расход цемента определяется уже с учетом найденных значений Ц/В и В:

$$Ц = \left(\frac{Ц}{В} \right) B.$$

Для определения расхода крупного и мелкого заполнителей задаются двумя условиями:

а) сумма абсолютных объемов всех компонентов в уплотненном состоянии равна 1000 л (1 м³);

б) цементно-песчаный раствор должен заполнить все пустоты крупным заполнителем с учетом некоторой раздвижки зерен этим раствором.

Для обычных тяжелых бетонов расчетная плотность бетонной смеси в уплотненном состоянии, определяемая как $R_{б.с.} = Ц + В + П + Щ$, находится в пределах 2350-2450 кг/м³.

Расчетный состав бетона уточняется на пробных замесах. Вначале готовится замес бетонной смеси для проверки удобоукладываемости.

Из бетонной смеси, откорректированной по удобоукладываемости, изготавливают контрольные образцы, которые после твердения в нормальных условиях в течение 28 суток испытывают на прочность при сжатии. Если прочность контрольных образцов отличается от заданной более чем на ($\pm 15\%$), то корректируют состав цемента в большую или меньшую сторону, изготавливают контрольные образцы и снова их испытывают. Результатом экспериментальной проверки расчетного состава бетона является новый уточненный состав, учитывающий свойства конкретных материалов.

2.18. Контроль качества смесей. Свойства цементобетонных смесей

Бетонная смесь – многокомпонентная полидисперсная смесь, получаемая путем тщательного смешивания в заданных пропорциях вяжущего, воды, добавок и заполнителей.

Требования к цементам и щебню.

Для бетона дорожных и аэродромных покрытий применяют бездобавочные цементы: ПЦ400 и ПЦ500, изготовленные на основе клинкера с содержанием $3CaO \cdot Al_2O_3 \leq 8\%$ по массе. В качестве минеральной добавки допускается применение гранулированного шлака в количестве не более 15%. Начало схватывания цемента должно наступать не ранее 2 ч.