

РАСЧЕТ НЕКОТОРЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЕСИТЕЛЕЙ С ЛОПАСТЯМИ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Предложен расчет некоторых энергетических характеристик смесителей, в которых используются лопасти сложной геометрической формы, обеспечивающие эффективный режим перемешивания фибросодержащих композиций.

Ключевые слова: смеситель, лопасть, расчет, фибробетон, дисперсная арматура

Постановка проблемы

В настоящее время практически отсутствуют (за редким исключением) смесительные устройства для получения качественного фибробетона. Мы на протяжении многих лет проводим исследования, направленные на повышение эффективности смешивания дисперсной арматуры с другими компонентами фиброармированной мелкозернистой бетонной смеси. С использованием методов геометрического моделирования нами были разработаны лопасти сложной формы, обеспечивающие высококачественное перемешивание компонентов фибробетона.

Анализ литературы

Проведенный анализ источников по данному вопросу [1 – 6] показал, что применяемые технические приемы нуждаются в совершенствовании. Практически отсутствуют научные и практические основы проектирования технологии получения качественного фибробетона с высокими свойствами.

Цель

Разработка технологии приготовления фибробетона на основе расчета энергетических характеристик разработанных нами лопастей смесителей, повышающих эффективность смешивания.

Изложение материала

На основании многолетних исследований нами было разработано несколько технологических схем получения качественных фиброармированных смесей с использованием рабочих органов, в которых лопасти имеют сложное формообразование.

Как показали результаты работ, проведенных нами ранее, геометрическая форма лопасти

в виде простых кривых поверхностей оказывает влияние на качество перемешивания. Воздействуя на фибробетонную смесь, лопасти такой геометрической формы распределяют смесь, находящуюся перед ней, но степень смешивания при этом не очень высокая. Установленные направления господствующих потоков фибробетонной смеси после воздействия лопастей различной геометрической формы подсказывают конструкторам, да и технологам, каким образом необходимо располагать тот или иной вид лопасти в емкости смесителя, чтобы спланированно направить господствующие потоки от одних лопастей на другие. Другими словами, необходимо заставить эти потоки внедряться друг в друга, а если учесть, что этих потоков иногда образуется много, то в результате и степень смешивания будет улучшаться. Располагая лопасть на валу, следует учитывать и то, что необходимо создавать потоки во всех направлениях. Особенно важно заставить смесь двигаться вверх, а вниз она будет стремиться переместиться сама, вытесняя ту ее часть, которая находится в нижней части емкости.

Таким образом, вначале нами были изучены и смоделированы траектории движения обычных и фибробетонных смесей после воздействия на них лопастей относительно простой, но разной геометрической формы в виде простых кривых поверхностей. И только после теоретического обоснования и практического моделирования на основе экспериментальных исследований были предложены лопасти сложных форм, одна из которых представлена на рис. 1. В основу такого конструирования было положено следующее:

- форма лопасти должна обеспечивать щадящий режим смешивания дисперсной арматуры с компонентами смеси (фибра не должна разрушаться);

- форма рабочего органа (лопасти) должна обеспечить как можно меньшие затраты энер-

гии на преодоление сопротивления смеси движению лопасти (обеспечить скользящий режим перемешивания);

- форма лопасти должна обеспечивать создание в емкости смешивающего устройства такого множества направлений потоков, которые бы внедрялись друг в друга. По нашему мнению, которое основано на практике, только высокоскоростное перемешивание таких потоков между собой, наряду с воздействием самой лопасти на смесь, является залогом получения высококачественного однородного фибробетона.

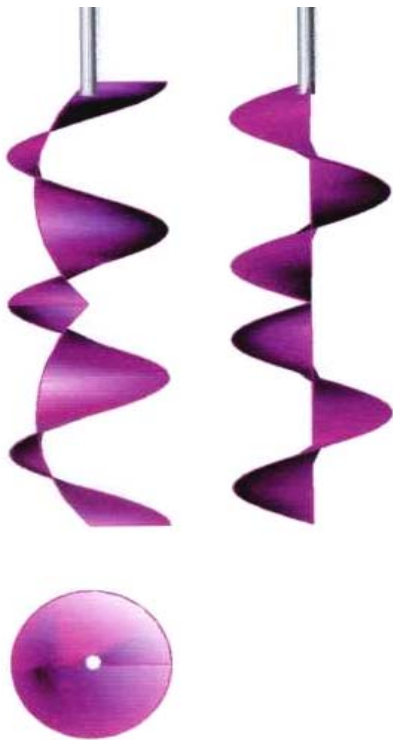


Рис. 1. Лопасть смесителя (три вида)

Представленная лопасть обеспечивает скользящее (щадящее) смешивание фибр с цементной матрицей и создает свой режим перемешивания. В результате, образуются сложные турбулентные потоки смеси, способствующие интенсивному ее перемешиванию. На это и затрачивается большая часть энергии двигателя, еще немного ее идет на преодоление сопротивления сил трения привода.

С помощью геометрического моделирования и вычислений произведем расчет некоторых энергетических характеристик смесителя с одной из разработанных нами лопастей сложной геометрической формы.

Поверхность такой лопасти, состоит из двух одинаковых половинок, каждая из которых образована движением прямой образующей, перемещающейся по двум направляющим кри-

вым линиям: дуге окружности и цилиндрической винтовой линии.

Ниже приведены расчеты ширины лопасти, которая меняется в процессе формообразования, т.к. наружный конец образующей всегда одинаково удален от оси вращения на величину радиуса вращения винтовой направляющей, а вот другой (внутренний) конец ее перемещается вверх по дуге, начальная и конечная точки которой расположены на оси вращения поверхности (одна в начале, другая вверху, в конце оси (вала)). Причем винтовая линия совершает при этом поступательное и вращательное движения вверх на $1\frac{1}{2}$ шага. Длина хорды дуги окружности, при этом, равна $1\frac{1}{5}R$, а высота дуги (расстояние (перпендикуляр) от центральной точки хорды до средней точки дуги) равна $\frac{1}{2}R$. Для упрощенных вычислений необходимо разбить хорду дуги на n равных частей и определить промежуточные точки дуги (точки положения внутренних концов промежуточных образующих). Затем необходимо смоделировать процесс формообразования с помощью рисунка. На рис. 2, на фронтальной и горизонтальной плоскостях проекций, показаны построения на дуге, которая является плоской кривой (фронтальной плоскостью уровня). Из фронтальной проекции видно, что хорда, соединяющая концы дуги, разбита на 12 равных частей. Из промежуточных точек хорды проведем перпендикуляры до пересечения с дугой и получим промежуточные точки на дуге. Затем по линиям связи найдем положения этих точек на горизонтальной проекции дуги.

На рис. 3 уже показана горизонтальная проекция всей поверхности с промежуточными точками на направляющих. Одна из направляющих – цилиндрическая винтовая линия – имеет проекцию в виде окружности радиуса R , а другая – дуга – расположена горизонтально (в виде прямой) слева от оси вращения поверхности. Ось проходит через точку 1 на дуге и на Π_1 вырождается в точку, а на Π_2 – в вертикальную прямую. Показанные проекции промежуточных образующих получены в результате последовательного соединения соответствующих точек на направляющих. Они на Π_1 проецируются в натуральную величину (1_11^1 ; $2_12^1\dots$), которая будет на каждом промежуточном этапе их перемещения равна ширине лопасти.

Значения взяты при перемещении образующей на $\frac{1}{12}$ высоты поверхности с поворотом на угол кратный $\frac{1}{12}$ от 0° до 540° . Это составит $1\frac{1}{2}$ шага винтовой линии. Т.е., промежуточные точки на проекции винтовой линии (в

виде окружности на Π_1) будут являться проекциями наружных концов промежуточных образующих поверхности лопасти.

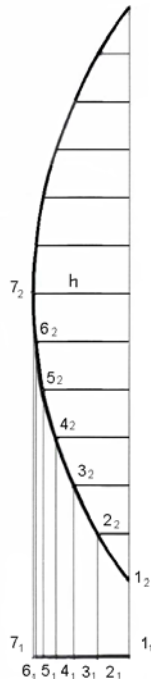


Рис. 2. Двухкартинный комплексный чертеж дуги окружности, одной из направляющих сложной кривой поверхности вращения и деление ее на 12 частей

Построения с таким шагом фиксации образующих показаны только для примера и пояснений. На рис. 4 видно изменение ширины лопасти по ее высоте.

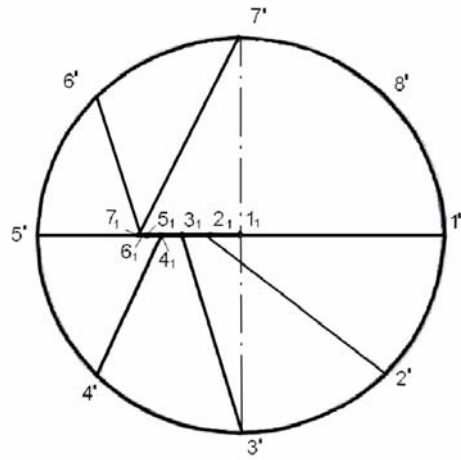


Рис. 3. Горизонтальная проекция двух направляющих сложной кривой поверхности вращения высотой $1\frac{1}{2}$ шага винтовой линии и схема определения последовательного положения ее промежуточных образующих



Рис. 4. Изменение высоты лопасти, образованной движением прямой образующей по двум кривым направляющим: цилиндрической винтовой линии и дуге окружности при высоте поверхности, равной $1\frac{1}{2}$ шага винтовой линии.

Эти промежуточные значения нужны для определения закономерностей изменения ширины (b) лопасти (ширины захвата смеси лопастью), которую необходимо использовать в расчетах энергетических и других характеристик смешивающего устройства в целом. В результате проведенной математической обработки было получено усредненное значение ширины такой лопасти: $b_{cp} = 1,09 \cdot R\epsilon$, при $h = 1/2 \cdot R\epsilon$.

Выводы

На основании вышеизложенного, мощность, необходимую для вращения вала смесителя с лопастью, представленной на рис. 1, можно вычислять так:

$$N = \frac{gk\gamma\pi(b_{cp})^2 H^3 w^3 \cos^4 \beta}{1000\eta}, \text{ [кВт]},$$

где g – ускорение силы тяжести, m/c^2 ;

k – коэффициент, учитывающий проскальзывание смеси, (рекомендуется $k = 0,35 \dots 0,4$);

γ – плотность смеси, t/m^3 ;

b_{cp} – средняя ширина лопасти (изменяется с подъемом образующей поверхности, движущейся одним концом по направляющей – винтовой линии, а другим – по второй направляющей – дуге окружности), $b_{cp} = 1,09 \cdot R \beta$;

β – угол подъема винтовой линии, град;

w – угловая скорость вращения вала, $w = 2\pi n$, рад/с;

η – КПД привода, $\eta = 0,75 \dots 0,9$;

H – шаг винтовой направляющей.

Полную использованную энергию (производственную энергоёмкость) определим по формуле:

$$\varepsilon_{\text{п}} = \frac{\xi' t}{\eta_{\text{п}}},$$

где t – время перемешивания;

$\eta_{\text{п}}$ – полный коэффициент полезного действия механизма;

ξ' – отношение используемой мощности к объёму произведенной продукции:

$$\xi' = \frac{N_{\text{дв}}}{V},$$

где $N_{\text{дв}}$ – использованная мощность;

V – вместимость смесительного барабана.

К. К. МИРОШНИЧЕНКО

РОЗРАХУНОК ДЕЯКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗМІШУВАЧІВ З ЛОПАТЯМИ СКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ

Запропоновано розрахунок деяких енергетичних характеристик змішувачів, в яких використовуються лопаті складної геометричної форми, що забезпечують ефективний режим перемішування композицій із фібробетону.

Ключові слова: змішувач, лопать, розрахунок, фібробетон, дисперсна арматура

К. К. MIROSHNYCHENKO

CALCULATION OF SOME POWER INDICES OF MIXERS WITH BLADES OF COMPLEX GEOMETRICAL FORM

The calculation of some power indices of mixers with the use of blades of complex geometrical form, providing the effective mode of interfusion of fibrous concrete compositions, is offered.

Keywords: mixer, blade, calculation, fibrous concrete, dispersion fittings

БИБЛИГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королев, К. М. Эффективность приготовления бетонных смесей [Текст] / К. М. Королев // Механизация строительства. – 2003. – № 6. – С. 7–8.
2. Пулин, В. П. Повышение энергетической эффективности бетоносмесителей циклического действия [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / В. П. Пулин. – Д.: ДИСИ, 1984. – 176 с.
3. Пухаренко, Ю. В. Научные и практические основы формирования структуры и свойств фибробетонов [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук / Ю. В. Пухаренко. – СПб.: С-ПГАСУ, 2004. – 315 с.
4. Коротышевский, О. В. Покрытия из сталефибробетона и пенобетона [Текст] / О. В. Коротышевский // Строительные материалы. – 2000. – № 3. – С. 17–18.
5. Кромская, Н. Ф. Исследование смесителя для приготовления дисперсно-армированных бетонных смесей [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н. Ф. Кромская. – Л.: ЛПИ, 1981. – 18 с.
6. Хойер, Д. Смешивание бетона и состояние техники [Текст] / Д. Хойер // Сб. тр. конф. «Строительство, материаловедение, машиностроение». – Ялта, 2010. – С. 38–43.

Поступила в редколлегию 09.11.2011.

Принята к печати 17.11.2011.