

случае данное условие выполняется, что свидетельствует о высокой прочности сцепления покрытия с основным материалом и соответствии материала ПК40Х2 условиям эксплуатации высоконагруженных соединений лесозаготовительной техники.

Литература

1.Зубарев Ю.М. Применение методов теории планирования многофакторных экспериментов в технологии машиностроения. СПб: ОП ПИМаш, 2000. 130 с.

2. Клименко Ю.В. Электроконтактная наплавка М.: Metallurgiya, 1978. 127 с.

References

1. Zubarev Yu.M. Application of the methods of multifactorial experiments planning theory in mechanical engineering. / Yu.M. Zubarev. SPb: OP PIMash, 2000. 130 p.

2. Klimenko Yu.V. Electrocontact overlaying. Yu.V. Klimenko. M.: Metallurgiya, 1978. 127 p.

УДК 621.311

Изменение реологических свойств незатвердевшей бетонной поверхности при магнитной активации

Л.А. Мамаев¹, В.С. Федоров¹, С.Н. Герасимов¹, Р.М. Фарзалиев¹

¹Братский государственный университет, Братск, Россия. E-mail: slavik_vip1982@mail.ru
Статья поступила 16.02.2012, принята 13.05.2012

Магнитному способу водоподготовки в период 1945-1990 гг. в литературе уделено большое внимание, однако большинство информации сводится к описанию опыта применения магнитного способа на том или ином предприятии, в той или иной стране. Теоретическая же сторона вопроса рассматривается лишь в немногих работах. Все гипотезы, выдвигаемые для объяснения механизма влияния магнитного поля на воду и дисперсные системы, можно разделить на две группы. Одни исследователи считают, что причина необычного действия магнитного поля заключается в структурных остаточных изменениях в воде и растворах, вызванных магнитным полем. Другие полагают, что сущность намагничивания состоит во влиянии магнитного поля на коллоидные частицы. В статье рассмотрены научные подходы З.П. Шульмана и В.И. Кордонского, которые наблюдали куэтовские течения седиментационно устойчивой магнито-реологической суспензии, состоящей из ньютоновской дисперсионной среды и ферромагнитной дисперсной фазы при взаимно перпендикулярной ориентации гидродинамического и магнитного полей. Именно такой эффект наблюдается при финишной обработке поверхности незатвердевшего бетонного изделия бетоноотделочными машинами, содержащими магнитные активаторы. В статье рассмотрено влияние магнитного поля на реологические свойства бетонной смеси. Получена зависимость для определения предельного напряжения сдвига бетонной смеси при магнитной активации в момент финишной обработки ее поверхности.

Ключевые слова: реология, магнитная активация, магнитодипольное взаимодействие, намагничивание, дисперсные среды, удобоукладываемость.

Change of rheological properties of the unconsolidated concrete surface at magnetic activation

L.A. Mamaev¹, V.S.Fedorov¹, S.N.Gerasimov¹, R.M. Farzaliev¹

¹ Bratsk State University 40, , Bratsk. Russia. E-mail: slavik_vip1982@mail.ru
Received 16.02.2012; Accepted 13.05.2012

To magnetic way of water preparation, in 1945-1990 in literature it is paid much attention, however the majority of information is reduced to the description of experience of application of a magnetic way at this or that enterprise, in this or that country. The theoretical party of a question is considered only in few works. All hypotheses which are put forward for an explanation of the mechanism of influence of a magnetic field on water and disperse systems, it is possible to divide into two groups. One researchers consider that the reason of unusual action of a magnetic field consists in structural residual changes in water and the solutions caused by a magnetic field. Others believe that the essence of magnetization consists in influence of a magnetic field on colloidal particles. In article Schulman Z.P. scientific approaches are considered., Kordonsky V.I. which observed kuetovskiy currents sedimentatsionno steady a magnet – the rheological suspension consisting of the Newtonian dispersive environment and a ferromagnetic disperse phase at mutually perpendicular orientation hydrodynamic and magnetic water. Such effect can is observed at finishing processing of a surface of the unconsolidated concrete product, betonootdelochny cars containing magnetic activators. In article influence of a magnetic field on rheological properties of a concrete mix is considered. Dependence for determination of limiting tension of shift of a concrete mix is received, at magnetic activation at the moment of finishing processing of its surface.

Keywords: rheology, magnetic activation, magnetodipolny interaction, magnetization, disperse environments, udoboukladyvayemost

Наложение постоянного магнитного поля на незатвердевшие бетонные поверхности вызывает изменение магнитного состояния частиц дисперсной фазы. Частицы намагничиваются, и образуются магнитные диполи с моментом, ориентированным преимущественно вдоль поля. Благодаря подвижности частиц, т. е. наличию у системы внутренних свобод, их магнитодипольное взаимодействие приводит к образованию цепей вдоль поля, что отвечает требованию минимума свободной энергии.

Известны попытки построения теории изменения вязкости дисперсных сред в магнитном поле с учетом магнитодипольного взаимодействия частиц дисперсной фазы [1, 2, 5], в которых рассматривается простая схема: вся твердая фаза объединена в цепи из ν -частиц, причем поле и цепи ориентированы по нормали к плоскости сдвига простого куэттовского течения. Цепь движется, удерживаясь полем от опрокидывания, как единое целое; одна ее половина обгоняется потоком, а другая отстает (рис. 1). Сила сдвига одной половины относительно другой разрушает данные цепи до определенного размера l [5].

$$f_v = \sum_{i=1}^{\nu-1} f_i = \frac{B \cdot \gamma \cdot r (\nu^2 - 1)}{8} \quad (1)$$

Здесь $B = 6\pi\eta_0 a$ для сфер радиуса a ; γ – градиент скорости; r – расстояние между соседними частицами. В цепях равновесного размера ($l_p = \nu \cdot r$) эта сила равна силе диполь-дипольного взаимодействия $\frac{\mu_0 M^2}{2\pi \cdot r^4}$ [4].

Из рассмотрения баланса сил находится рассеивание энергии в единице объема среды и выводится зависимость для напряжения трения [2]:

$$\tau = \frac{\mu_0 I^2}{18\phi} + \eta_0 \gamma, \quad (2)$$

где η_0 – вязкость несущей среды, а условия определения I не конкретизируются.

Зависимость (2) выражает закон Шведова-Бингама и справедлива в области скоростей сдвига, когда равновесная длина цепи находится в пределах $a < l_p < h$ (h – толщина пограничного слоя бетонной смеси).

В работе [5] модель магнито-реологического эффекта (МРЭ) построена таким образом, что цепи равновесной длины в сдвиговом потоке ориентированы под определенным углом к внешнему магнитному полю (рис. 2). Рассмотрено куэттовское течение седиментационно устойчивой магнито-реологической суспензии, состоящей из ньютоновской дисперсионной среды и ферромагнитной дисперсной фазы при взаимно перпендикулярной ориентации гидродинамического и магнитного полей.

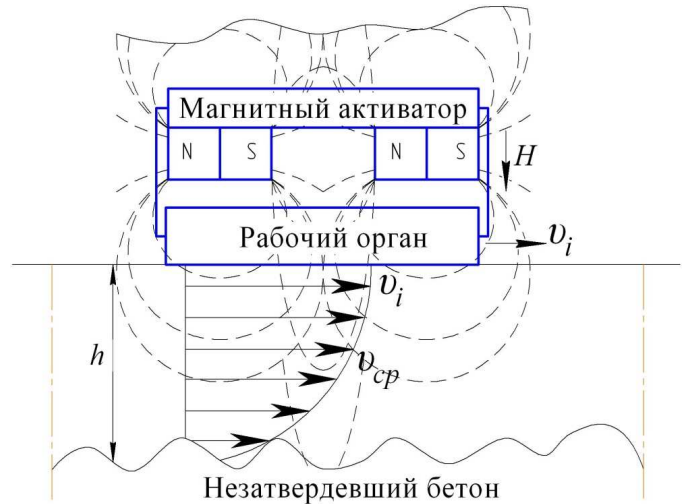


Рис. 1. Распределение скорости сдвига бетонной смеси в пограничном слое.

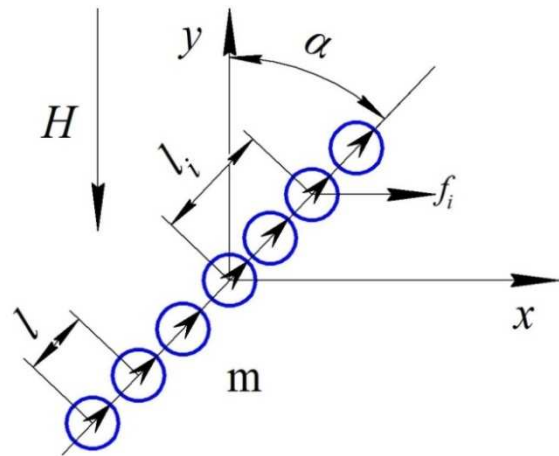


Рис. 2. Схема цепи равновесной длины в сдвиговом потоке.

Дисперсная среда считается состоящей из цепочек частиц [5] (для определенности принимается нечетное число $N = 2\nu + 1$). На элемент структуры (цепочку частиц) со стороны магнитного поля действует суммарный вращающий момент

$$N_1 = (2\nu + 1)\mu_0 M H \sin \alpha, \quad (3)$$

где M – магнитный момент частицы; α – угол ориентации цепочки.

Величина N_1 уравнивает суммарный вращающий момент гидродинамических сил:

$$N_2 = \frac{A\gamma \cdot l \cos^2 \alpha \nu (\nu + 1) (2\nu + 1)}{3}, \quad (4)$$

где A – коэффициент сопротивления, зависящий от формы частиц.

В состоянии равновесия $N_1 = N_2$, откуда

$$\mu_0 M H \sin \alpha = \frac{A \dot{\gamma} \cdot l \nu (\nu + 1) \cos^2 \alpha}{3}. \quad (5)$$

Цепь существует до тех пор, пока разрывающие ее гидродинамические силы не превзойдут силы диполь-дипольного взаимодействия. Это позволяет записать второе соотношение:

$$A \dot{\gamma} \cdot l \nu (\nu + 1) \cos \alpha = \frac{3 \mu_0 M^2}{2 \pi \cdot l^4} \sin \alpha. \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) определяют равновесный угол поворота α и число ν , т. е. полностью описывают микроструктуру МРС.

Рассеивание энергии в единице объема

$$\tilde{Q} = 2 \sum_{i=1}^n f_i l_i \cos \alpha \dot{\gamma} = N_2 \dot{\gamma}, \quad (7)$$

где n – объемная концентрация частиц; f – гидродинамическая сила, действующая на i -частицу. В результате рассеивание энергии в единице объема на цепях

$$\tilde{Q} = \mu_0 M n H \dot{\gamma} \sin \alpha. \quad (8)$$

Учтем энергию, рассеиваемую в вязкой среде:

$$Q_1 = \eta_0 \dot{\gamma}^2. \quad (9)$$

Из зависимости (8)-(9) следует выражение для напряжения трения:

$$\tau = \frac{\tilde{Q} + Q_1}{\dot{\gamma}} = \mu_0 M n H \sin \alpha + \eta_0 \dot{\gamma}. \quad (10)$$

Величина $Mn = |\mathbf{I}|$ (\mathbf{I} – вектор намагниченности МРС).

Если ввести в рассмотрение намагниченность среды вдоль линии действия поля $J = |\mathbf{I}| \cos \alpha$, то реологическое уравнение МРС примет вид

$$\tau = \mu_0 J H \cdot \operatorname{tg} \alpha + \eta_0 \dot{\gamma}. \quad (11)$$

Соотношение (11) формальной заменой $\tau_0 = \mu_0 J H \cdot \operatorname{tg} \alpha$ сводится к классическому уравнению Шведова-Бингама для линейной вязкопластичной среды. Однако существует принципиальное отличие – в уравнении (11) величины J и α в общем случае –

функции скорости сдвига, в то время как в уравнении Шведова-Бингама $\tau_0 = \text{const}$.

Проведенный анализ обобщается на случай неньютоновской дисперсионной среды изменением вида диссипативной функции Q_1 в зависимости (9). В конечном итоге вместо произведения $\eta_0 \dot{\gamma}$ в зависимость (9) войдет член, соответствующий выбранному реологическому уравнению для среды.

Изменение подвижности бетонной смеси экспериментально подтверждено В.А. Помазкиным [3]. На базе заводской лаборатории КПД ОНГС была проведена серия экспериментов. Для затворения бетонной смеси использовали не активированную и магнито-активированную воду. У бетонной смеси, приготовленной на не активированной воде, осадка конуса составила 0,7 см, у приготовленной на активированной воде – 1,6 см. Увеличение подвижности бетонной смеси приводит к ее лучшей удобоукладываемости.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что бетонная смесь в пограничном слое в процессе заглаживания бетоноотделочными машинами с магнитными активаторами также изменяет (увеличивает) свою подвижность. Для бездефектной обработки изделий необходимо обеспечить неразрывность потока материала в пограничном слое. Увеличение подвижности бетонной смеси приводит к снижению энергозатрат на обработку изделий, отформованных из бетонных смесей.

Литература

1. Бибик Е.Е. Реология дисперсных систем. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. 172 с.
2. Бибик Е.Е. Магнитная гидродинамика. 1973. Т.36, №6. С. 25—32.
3. Помазкин В. А. Физическая активация воды затворения бетонных смесей // Строительные материалы. 2003 . №2. С. 14 – 16.
4. Трофимова Т. И. Курс физики.– 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 1990. – 478 с
5. Шульман З.П., Кордонский В.И. Магнито-реологический эффект. М.: Наука и техника, 1982. 184 с.

References

1. Bibik E. E. Disperse systems rheology. – L.: Izd-vo Leningr. un-ta, 1981. – 172 p.
2. Bibik E. E. Some particles interaction effects while ferrofluid flowing in the magnetic field. - Magnitnaja gidrodinamika, 1973. T.36, №6 P. 25—32.
3. Pomazkin V. A. Physical activation of water for concrete mixing. // Stroitel'nye materialy. 2003 . № 2. P. 14 – 16.
4. Trofimova T. I. The course of physics: Ucheb. posobie dlja vuzov. – 2-e izd., pererab. i dop.— M.: Vyssh. shk., 1990. – 478 p.
5. Shul'man Z.P., Kordonsky V.I. Magneto- rheological effect. – M.: Nauka i tekhnika, 1982. – 184 p.