

**TÜV Nord Bauqualität GmbH & Co. KG**  
Berlin • Dessau • Hamburg • Hannover

TÜV Nord Bauqualität GmbH • Robert-Bosch-Str. 62 • 06847 Dessau



# Отчёт

**“Программа испытаний АШФОРД ФОРМУЛЫ”**

**Nr. TÜV / M 01 / 1247**

**Объект:** Бетонная плита

**Заказчик:** АШФОРД ФОРМУЛА  
Представительство в Германии  
NORSA GmbH  
Schmiedeberger Straße 55  
04849 Bad Dübau

## Содержание

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ.....</b>	<b>3</b>
3.1	Качество бетона испытываемой плиты.....	3
3.2	Изолирующая способность .....	3
3.3	Абразивная стойкость.....	4
3.4	Водонепроницаемость .....	5
3.5	Морозостойкость в солевом растворе.....	6
3.6	Предупреждение скольжения / Коэффициент трения скольжения.....	7
3.7	Исследования с помощью электронного микроскопа .....	8
<b>4</b>	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>10</b>

**ПРИЛОЖЕНИЕ: ПРОТОКОЛЫ ИСПЫТАНИЙ**

## 1 Введение

Представителем АШФОРД ФОРМУЛЫ в Германии является NORSA GmbH. Она распространяет и использует Ашфорд Формулу для обработки промышленных полов и производственных площадей из бетона. TÜV Nord Bauqualität GmbH был уполномочен фирмой NORSA GmbH провести испытания с целью установить, как влияет обработка поверхности бетона Ашфорд Формулой на его свойства.

Проведение комплекса исследований и выбор критериев для испытаний были согласованы с заказчиком. В частности, были предусмотрены испытания по определению:

- изолирующей способности,
- абразивной стойкости,
- водонепроницаемости,
- морозостойкости в солевом растворе,
- коэффициента трения при скольжении и
- исследование структуры бетона с помощью электронного микроскопа.

## 2 Проведение исследований

30.08.01 на открытой площадке TÜV Nord Bauqualität GmbH была изготовлена бетонная плита размером 1 м x 1 м x 0,20 м. Доставленная готовая бетонная смесь была уложена в форму и уплотнена глубинным вибратором. После заглаживания поверхности одна половина плиты была обработана Ашфорд Формулой в соответствии с указаниями изготовителя.



Рис. 1. Плита для испытаний: слева – необработанная, справа – обработанная Ашфорд Формулой

Во время твердения бетонная плита не накрывалась. Отбор образцов (за исключением образцов для определения изолирующей способности) из обработанной половины бетонной плиты производили по достижению бетоном возраста 90 дней. Для определения качества использованного бетона были изготовлены дополнительные образцы.

### 3 Результаты испытаний

#### 3.1 Качество бетона испытываемой плиты

Для изготовления плиты использовали транспортный бетон. Накладная прилагается. Использованный бетон имел следующий состав:

Цемент	320 кг/м <sup>3</sup> , СЕМ I 42,5 R
Заполнитель	1900 кг/м <sup>3</sup> , Песок + Гравий, наибольшая крупность заполнителя 16 мм
Вода	160 кг/м <sup>3</sup>
Водоцементное отношение	0,50
Добавка	пластификатор: 0,4 % от веса цемента.

Специально изготовленные для контроля качества бетона образцы были испытаны на прочность при сжатии и растяжении при изгибе, а также на водонепроницаемость в соответствии с DIN 1048 Часть 5 "Методика проведения испытаний бетона, специально изготовленные образцы". Протоколы испытаний с результатами по каждому образцу представлены в приложении. В ниже приведенной таблице представлены результаты испытаний.

Таблица 1: Качество бетона испытываемой плиты

Свойство	Возраст бетона	Результат
Прочность на сжатие	7 сут.	28 Н/мм <sup>2</sup>
	28 сут.	38 Н/мм <sup>2</sup>
Прочность на растяжение при изгибе	28 сут.	4,9 Н/мм <sup>2</sup>
Глубина проникновения воды	28 сут.	24 мм

#### 3.2 Изолирующая способность

Для оценки изолирующей способности (снижение испарения воды с поверхности свежееуложенного бетона) Ашфорд Формулы (в дальнейшем АФ) были проведены определения коэффициента изоляции по методике, описанной в технических условиях доставки жидких материалов для ухода за свежееуложенным бетоном

(TL NBM-StB). Отклонением от указанной выше методики испытаний являлись размеры использованных образцов – 14 см x 16 см x 4 см.

Средствами для ухода за свежесуложенным бетоном (СУБ) являются вещества, которые равномерно наносятся в жидком виде на поверхность бетона и образуют плёнку, которая предотвращает дальнейшую водоотдачу бетона. АФ не является в прямом смысле СУБ в соответствии с упомянутыми техническими условиями. Действие АФ основано не на образовании плёнки на поверхности. АФ реагирует с поверхностными слоями бетона, что приводит к упрочнению и уплотнению его капиллярно-пористой структуры.

Протокол испытаний представлен в приложении. **Определённый в соответствии с TL NBM-StB коэффициент изоляции S равен 26,1 %.** В ниже приведенной таблице представлены средние значения потери воды свежесуложенным обработанным и не обработанным бетоном через 1, 3 и 7 дней после укладки.

Таблица 2: Потеря воды свежесуложенным бетоном

Возраст бетона	Потеря воды в г	
	обработано АФ	не обработано
1 сут.	19,2	27,5
3 сут.	24,2	33,1
7 сут.	30,5	38,6

По результатам испытаний через 1 день после укладки потеря воды обработанного с помощью АФ бетона уменьшается на 30 % по сравнению с необработанным. Через 3 дня улучшение составляет 27 %, а через 7 дней – 21 %.

### 3.3 Абразивная стойкость

Для определения абразивной стойкости из бетонной плиты обработанной АФ было отобрано 3 керны. Испытание и подготовку образцов проводили в соответствии с DIN 52 108 "Испытание износостойкости шлифовальным диском по Бёме". Протокол испытаний представлен в приложении.

Испытание с помощью шлифовального диска служит для оценки стойкости при воздействии трения скольжения, качения и сдвига. При этом для сравнительной оценки были также использованы данные по абразивной стойкости безшовных полов из цементного раствора. В DIN 18 560 "Растворы для полов в строительстве", часть 1, таблица 8 и часть 7, таблица 6 приведены предельные значения и классификация.

В следующей таблице представлены результаты абразивной стойкости после 4, 8 и 12 периодов испытаний.

Таблица 3: Потеря толщины / Потеря объема

Периоды испытаний	Потеря толщины в мм	Потеря объема в см <sup>3</sup> /50 см <sup>3</sup>
	Бетон, обработанный АФ	
4	0,3	1,74
8	0,7	3,70
12	1,1	5,66
16	1,5	7,55

Нормальный бетон класса по прочности В 25 имеет значение коэффициента абразивной стойкости около 15 см<sup>3</sup>/50 см<sup>3</sup>. При классе по прочности В 35 этот коэффициент равен приблизительно 12 см<sup>3</sup>/50 см<sup>3</sup>.

Бетон, обработанный АФ, с достигнутыми им значениями потери объема относится к классу абразивной стойкости 9 в соответствии с DIN 18 560 часть 1, таблица 8, в которой указаны требуемые значения для испытаний на качество и при приёмке.

В таблице 6 вышеуказанного DIN представлены требуемые значения потери объема для полов с порошкообразными уплотнителями при приёмочном испытании (приёмочное испытание служит для контроля качества готового бетонного пола). Для класса по прочности ZE 65 A (бетонный пол с порошкообразным уплотнителем класса А в соответствии с DIN 1100) предельное значение потери объема составляет 8 см<sup>3</sup>/50 см<sup>3</sup> для одиночного испытания и 7 см<sup>3</sup>/50 см<sup>3</sup> для среднего значения серии. Сравнение с этими величинами показывает, что полученные результаты испытаний АФ заслуживают высокой оценки.

### 3.4 Водонепроницаемость

Отбор, подготовку образцов и испытание проводили в соответствии с DIN 1048, части 2 и 5. Протокол испытаний с результатами по каждому образцу представлен в приложении. Для определения водонепроницаемости из бетонной плиты, обработанной АФ, было отобрано 3 керны диаметром 150 мм.

При испытании водонепроницаемости образцы были в течение 3 дней подвержены воздействию воды под давлением 5 бар. Приведенная глубина проникновения воды соответствует максимальному значению. Величина глубины проникновения воды характеризует также плотность бетона. DIN 1045 устанавливает для водонепроницаемого бетона и бетона с повышенной стойкостью при химическом воздействии слабоагрессивных сред среднюю глубину проникновения воды до 50 мм. Для бетона стойкого при химическом воздействии сильноагрессивных сред предельное значение составляет 30 мм.

Полученное среднее значение глубины проникновения воды для обработанного АФ бетона, составляющее 7 мм, является однозначным доказательством высокой водонепроницаемости АФ-бетона.

### 3.5 Морозостойкость в солевом растворе

Для определения морозостойкости из бетонной плиты, обработанной АФ, было отобрано 5 кернов диаметром 150 мм. Испытания проводили по CDF-методике в климатической камере с воздушным охлаждением. Протокол испытаний с определёнными по каждому образцу потерями материала представлен в приложении.

В DIN 1045 "Бетон и железобетон, состав и приготовление" для достижения высокой стойкости против средств для растаивания снега и льда определены требования по составу бетона. Морозостойкость в солевом растворе должна достигаться в соответствии с DIN при помощи порообразующих воздухововлекающих добавок.

В следующей таблице представлены результаты испытаний обработанного АФ бетона в зависимости от количества циклов замораживания и оттаивания.

Таблица 4: Потеря материала при замораживании и оттаивании

Число циклов замораживания и оттаивания	Потеря материала в г/м <sup>2</sup>
	Бетон, обработанный АФ
4	43,8
8	75,9
16	129,4
32	177,3

Исходя из основных положений проф. Зетцера (г. Эссен) использовали следующий оценочный критерий:

- средняя потеря материала после 28 циклов замораживания и оттаивания в солевом растворе составляет 1500 г/м<sup>2</sup>.

Для бетона, обработанного АФ, после 32 циклов замораживания и оттаивания средняя потеря материала составила 177,3 г/м<sup>2</sup>. Поэтому применение порообразующих добавок для достижения морозостойкости в солевых растворах обработанного АФ бетона, не целесообразно.

На следующей фотографии изображены бетонные поверхности после завершения испытания на морозостойкость. На фотографии слева расположена поверхность обработанного АФ бетона, которая визуально выделяется меньшим износом.



Рис. 2. Поверхность бетона после воздействия циклического замораживания и оттаивания в солевом растворе

### **3.6 Предупреждение скольжения / Коэффициент трения скольжения**

Как уже выше упоминалось, при обработке АФ происходят изменения в поверхностных слоях бетона. С увеличением возраста бетона его поверхность визуально становится более глаткой. В зависимости от условий на предприятии предотвращение скольжение для промышленных полов может иметь решающее значение. На основании оценки различной степени опасности скольжения имеются для полов определённые группы. Группа R 9 соответствует наименьшим и группа R 13 наибольшим требованиям по предупреждению скольжения.

В рамках проведенных сравнительных исследований для оценки предотвращения скольжения определяли коэффициент трения при скольжении. В результате определения сопротивления трению при скольжении для бетона, обработанного АФ и не обработанного, необходимо было подтвердить, что обработка бетона АФ не приводит к повышению опасности скольжения.

Испытания на обработанной АФ и не обработанной поверхности бетонной плиты в сухом и влажном состоянии проводили в соответствии с DIN 51131. Результаты всех испытаний представлены в прилагаемом протоколе. В следующей таблице приведены полученные значения ещё раз для сравнения.



Таблица 5: Коэффициент трения скольжения

Коэффициент трения			
Обработанный АФ бетон		Не обработанный бетон	
сухой	влажный	сухой	влажный
0,63	0,77	0,74	0,83

При сравнительных испытаниях на контрольных поверхностях были получены для класса R 9  $\mu = 0,52$  и для класса R 10  $\mu = 0,78$  (в сухом состоянии). Чем выше значение коэффициента трения  $\mu$ , тем ниже опасность скольжения. Поверхности с коэффициентом  $> 0,45$  можно считать безопасными.

Как и ожидалось, на поверхности бетона, обработанной АФ, получены немного более низкие значения коэффициента трения, чем на необработанной. При этом влажные поверхности показали более высокие результаты. Как необработанную, так и обработанную АФ поверхности можно считать с точки зрения скольжения безопасными.

### 3.7 Исследования с помощью электронного микроскопа

Чтобы ясно представить, как обработка свежесушеного бетона АФ изменяет его структуру, были проведены сравнительные исследования обработанного и не обработанного бетона с помощью электронного микроскопа. При этом рассматривали поверхности разлома обработанного АФ и не обработанного бетона.

На микрофотографиях обработанного АФ бетона (Рис. 4-6) видна плотная закрытая структура, в то время как в структуре не обработанного бетона (Рис. 3) ещё наблюдаются открытые поры и пустоты.

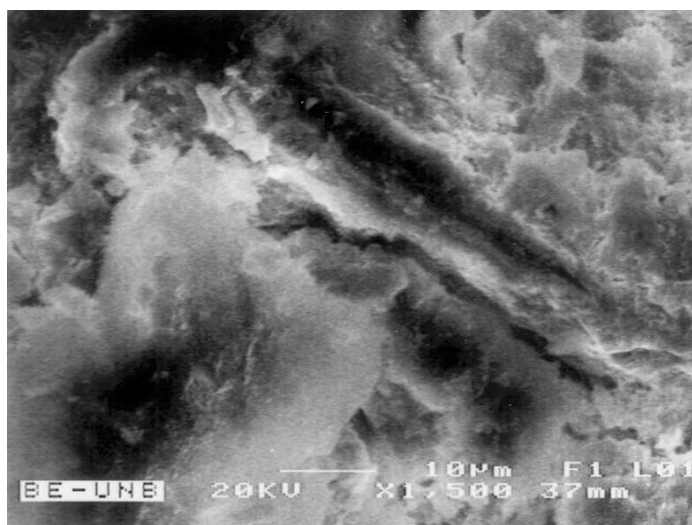


Рис. 3. Не обработанный бетон, открытая пористая структура

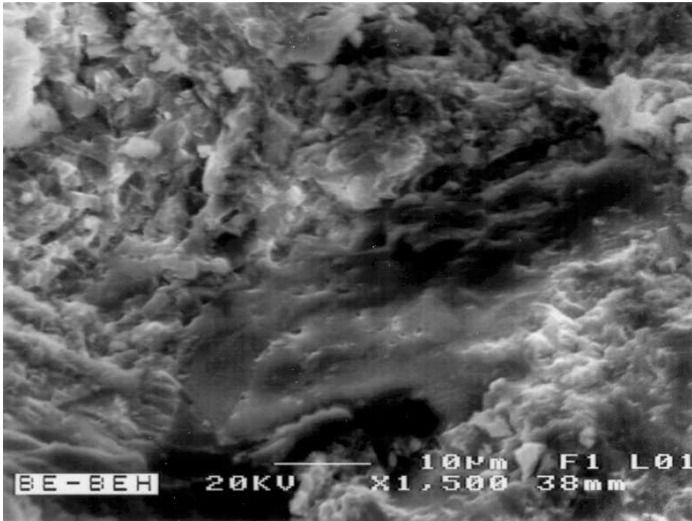


Рис. 4. Обработанный АФ бетон, закрытая плотная структура

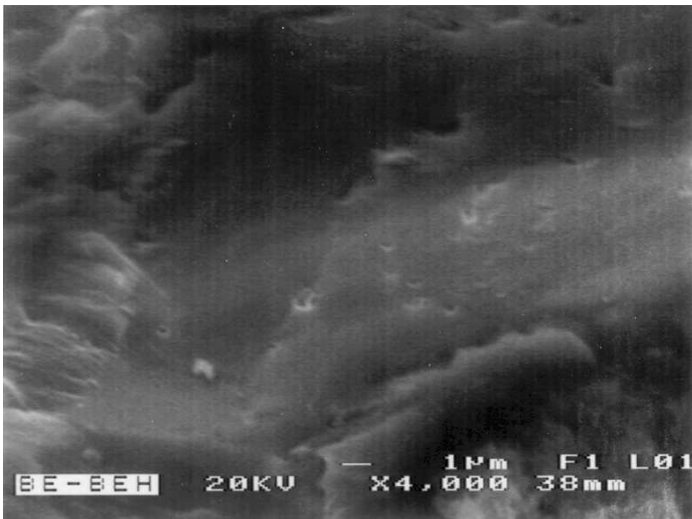


Рис. 5. Обработанный АФ бетон, закрытая плотная структура

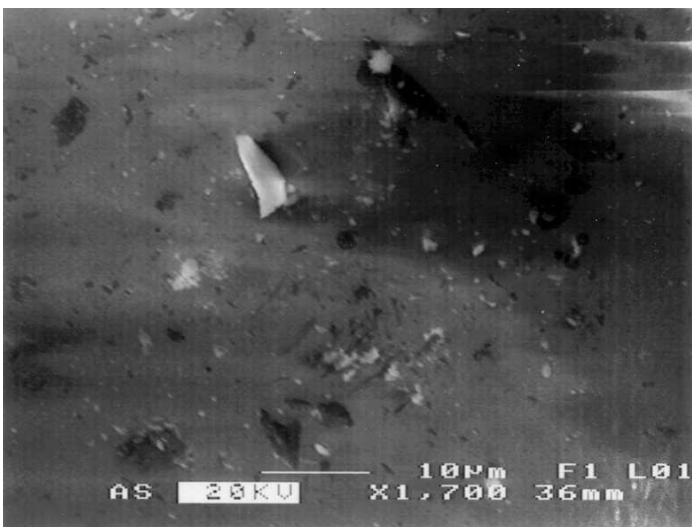
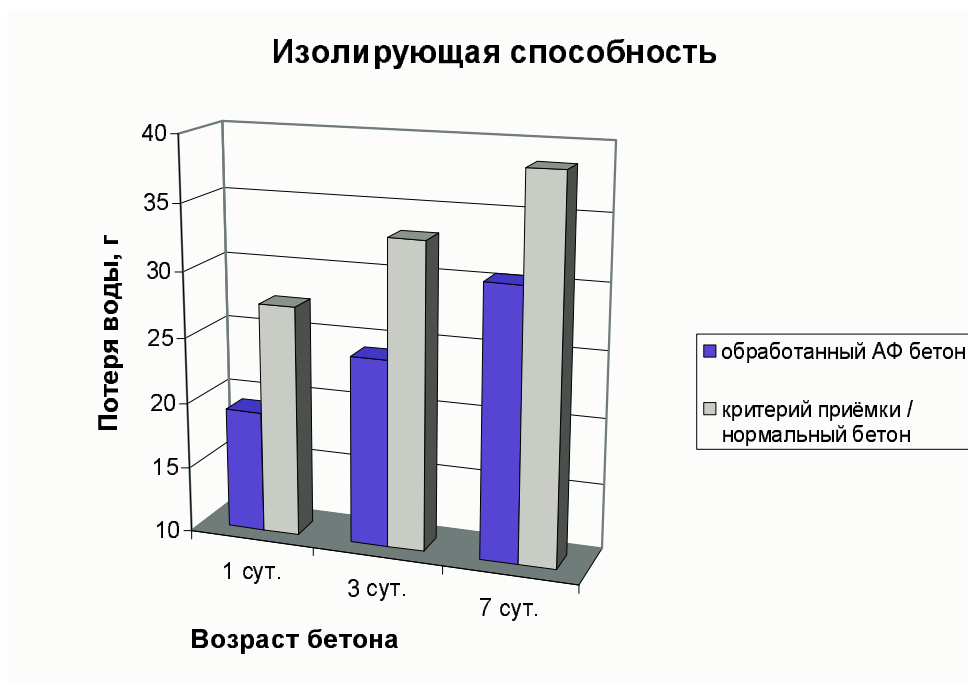


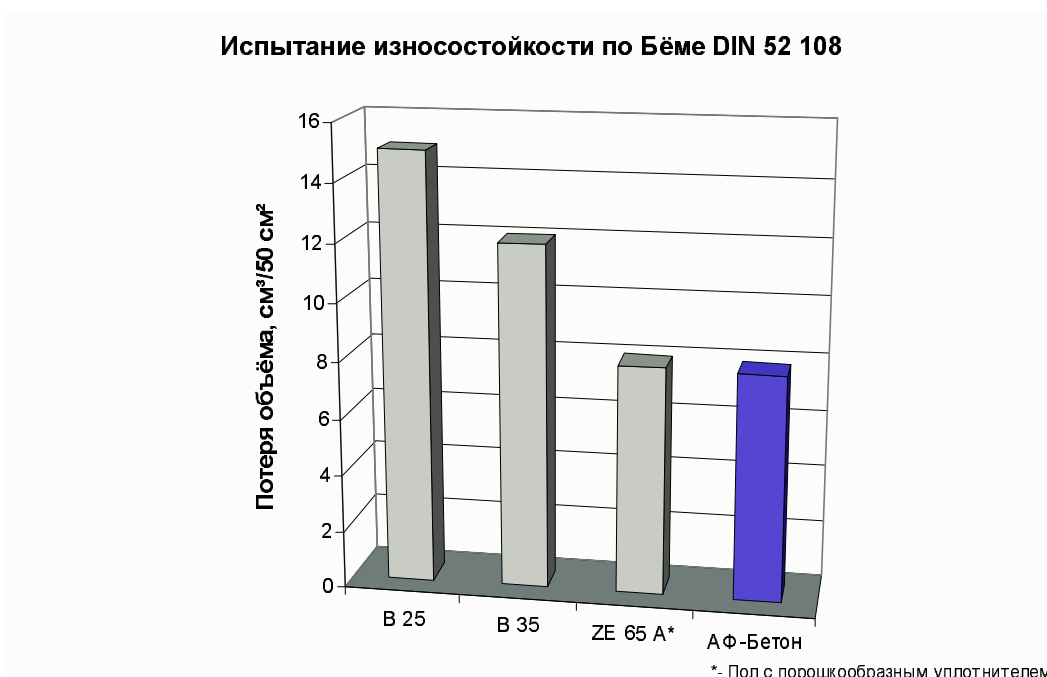
Рис. 6. Обработанный АФ бетон, закрытая плотная структура

## 4 Заключение

Для оценки влияния АШФОРД ФОРУЛЫ на бетонную поверхность были проведены сравнительные исследования обработанного и не обработанного бетона. Основные результаты исследований представлены ниже в виде диаграмм:

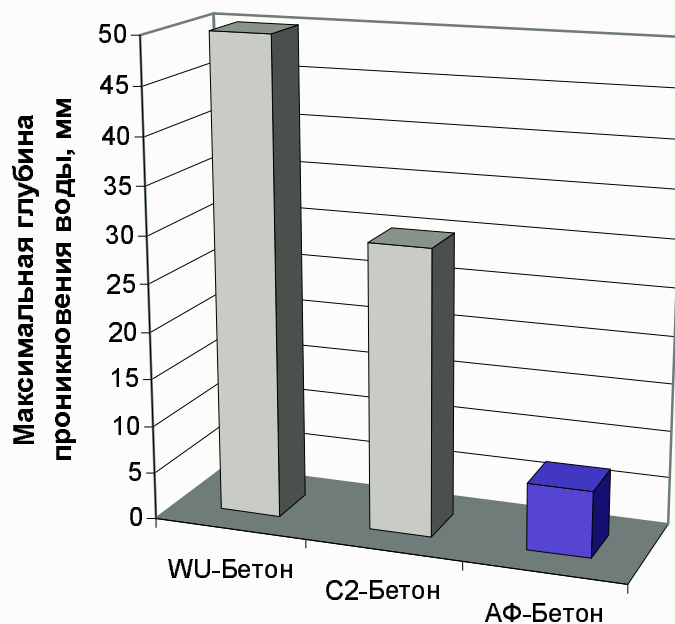


Диагр. 1. Улучшение изолирующей способности на 30 % (через 1 день), на 27 % (через 3 дня) и на 21 % (через 7 дней)



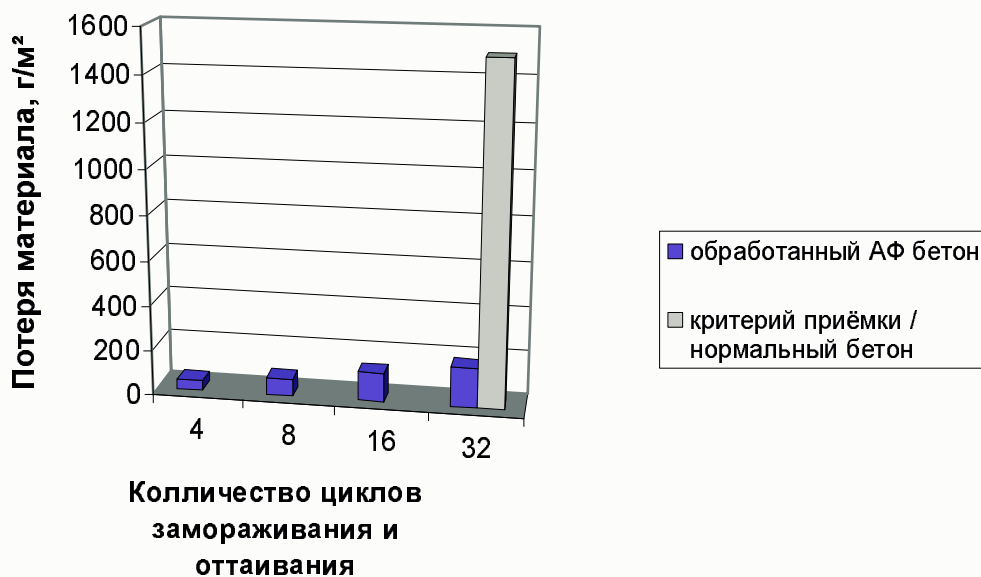
Диагр. 2. Повышение абразивной стойкости

### Определение водонепроницаемости в соответствии с DIN 1048 ч. 5



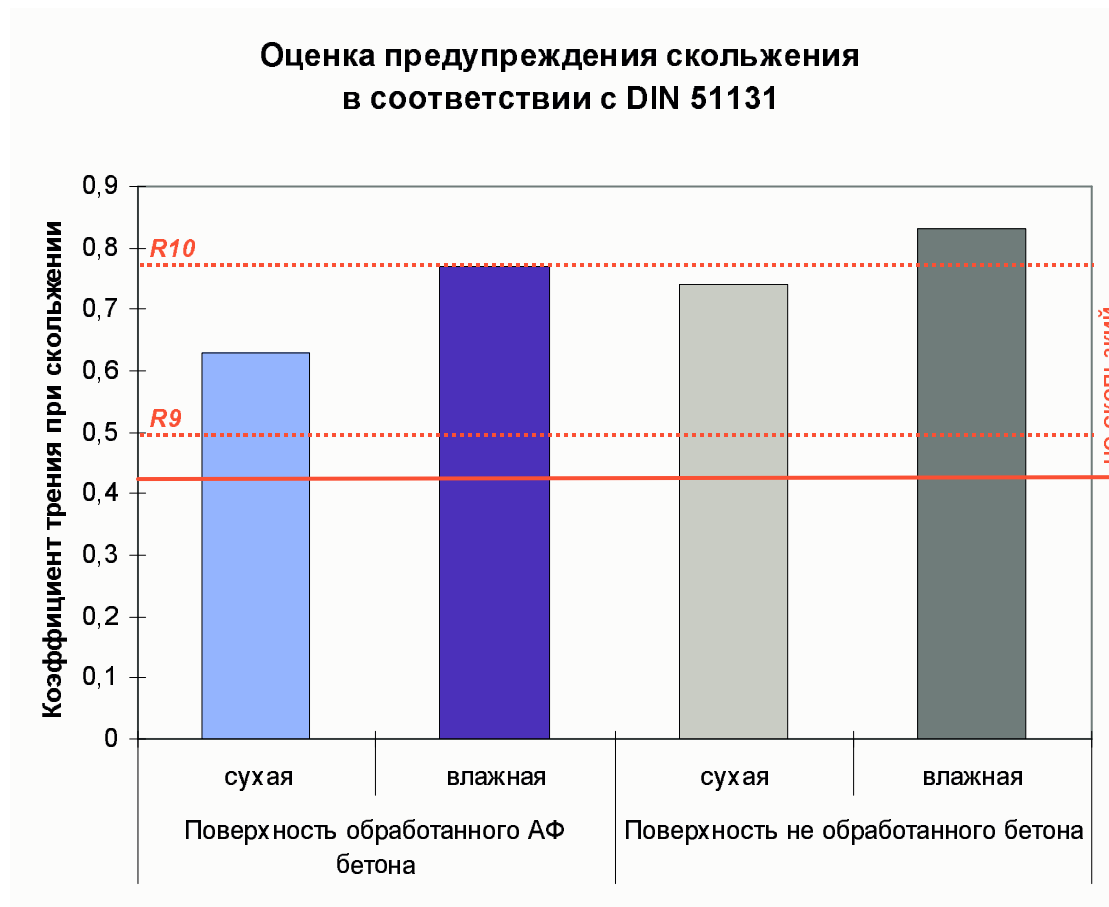
Диagr. 3. Повышение водонепроницаемости

### Морозостойкость в солевом растворе CDF-Тест



Диagr. 4. Повышение морозостойкости в солевом растворе

### Оценка предупреждения скольжения в соответствии с DIN 51131



Диагр. 5. Предупреждение скольжения

Подпись

Инж. К. Хайденблут  
Руководитель работ

Дессау, 14.02.02

Подпись

к. т. н. А. Саратов  
Эксперт