

ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ψ_s , МОДЕЛИРУЕМОГО ВАРЬИРОВАНИЕМ СТРУКТУРНЫХ ФАКТОРОВ

Олейник Н.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Приводятся результаты экспериментально-теоретических исследований влияния структурных факторов (количества и дисперсности минерального наполнителя) на коэффициент ψ_s , учитывающий работу растянутого бетона между трещинами, изгибаемых железобетонных элементов при разрушении по нормальным сечениям.

Трещиностойкость железобетонных конструкций по новым нормативным документам обеспечивается расчетом по образованию и по раскрытию нормальных и наклонных трещин. Расчет по образованию трещин производят для того, чтобы установить необходимость расчета по раскрытию трещин, необходимость учета трещин при расчете по деформациям, а также для определения некоторых вспомогательных характеристик [6].

Ширину раскрытия нормальных трещин определяют как произведение средней относительной деформации арматуры ε_{sm} на участке между трещинами и длины этого участка. Значения средней относительной деформации арматуры ε_{sm} определяют по деформации растянутой арматуры в сечении с трещиной ε_s с помощью известного коэффициента ψ_s , учитывающего работу растянутого бетона между трещинами. Для коэффициента ψ_s в новых нормах принято выражение, согласующееся с международными нормативными документами,

$$\psi_s = 1 - \beta \times \sigma_{s,crc} / \sigma_s \quad (1)$$

где $\sigma_{s,crc}$ - напряжение в растянутой арматуре сразу после образования трещин; β - коэффициент, принимаемый для тяжелого бетона равным 0,8.

Для изгибаемых элементов коэффициент ψ_s определяется по формуле

$$\psi_s = 1 - \beta \times M_{crc} / M \quad (2)$$

Из выражений (1) и (2) следует, что в момент образования трещин, когда $\sigma_s = \sigma_{s,crc}$ или $M = M_{crc}$, коэффициент ψ_s имеет

наименьшее значение, равное для тяжелого бетона 0,2, а с увеличением напряжений в растянутой арматуре σ_s и момента M его значение приближается к 1,0. Следовательно, степень влияния работы растянутого бетона между трещинами на деформации растянутой арматуры на этом участке уменьшается с увеличением напряжений в арматуре в сечении с трещиной, а значения ε_s и ε_{sm} сближаются.

Коэффициент ψ_s существенно влияет на ширину раскрытия нормальных трещин. С уменьшением коэффициента ψ_s ширина раскрытия трещин уменьшается, с увеличением коэффициента ψ_s — увеличивается.

С целью исследования влияния количества и качества минерального на изменение коэффициента ψ_s , были изготовлены 9 железобетонных балок различных составов с таким расходом материалов на 1 м^3 : цемент — 350кг, песок — 700кг, щебень — 1100кг, В/Ц=0,4. Опытные изгибаемые элементы армировались сварными пространственными каркасами с продольной рабочей арматурой периодического профиля класса А400С и диаметром 10мм (рис. 1).

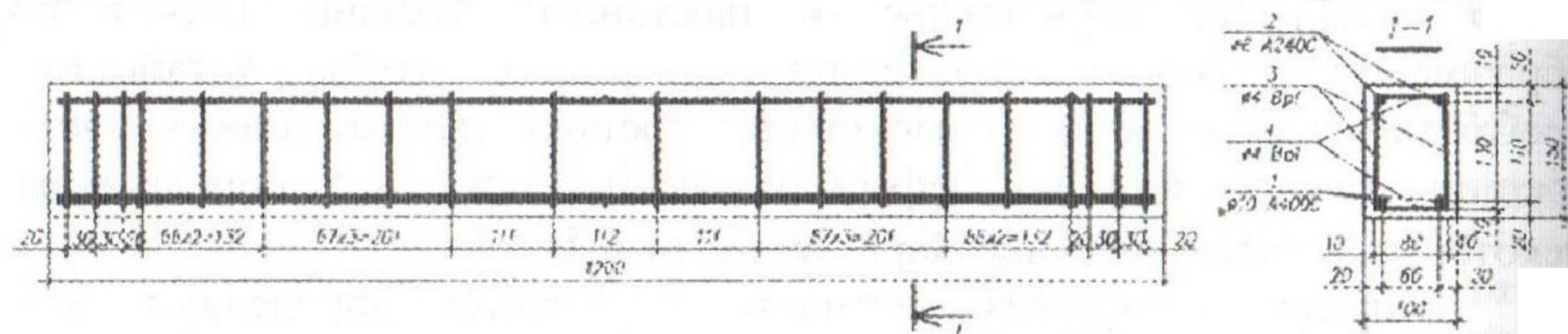


Рис. 1. Схема армирования.

Балки испытывались на изгиб по статической схеме как однопролетные, свободно опертые, нагруженные сосредоточенными силами, расположенными в третях пролета. Схема нагружения представлена на рисунке 2.

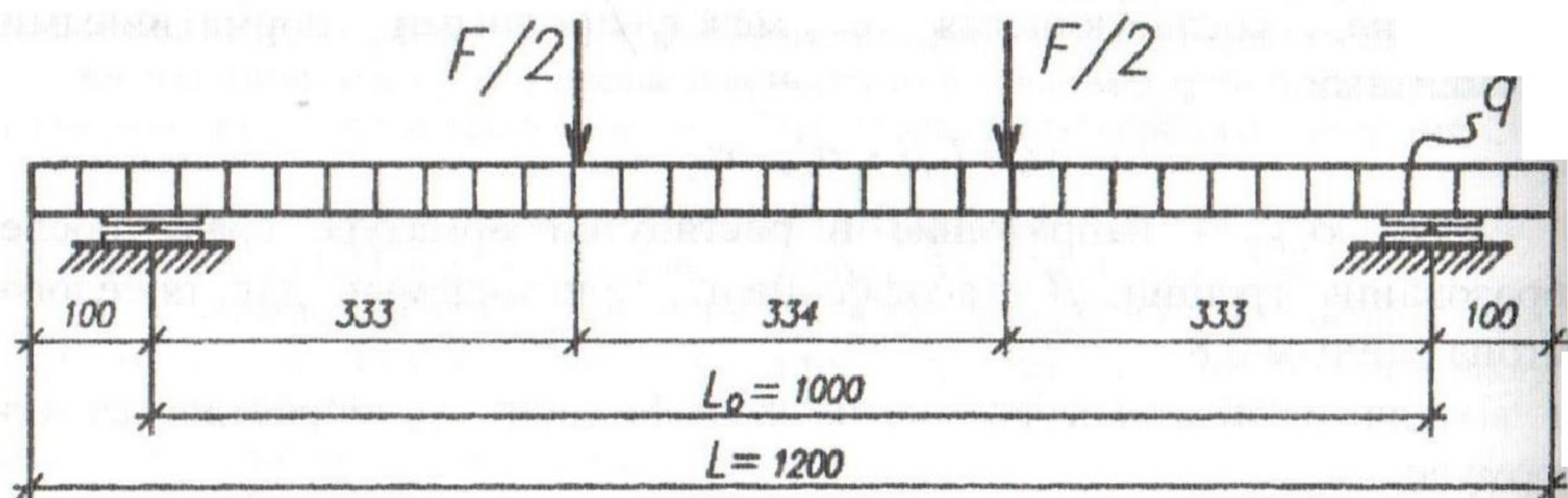


Рис. 2. Схема нагружения.

В качестве наполнителя использовался молотый кварцевый песок определенной дисперсности, приведенной в таблице 1, в количестве 8, 10 и 12% от массы цемента.

№ состава	Количество наполнителя Н, %	Дисперсность S_y , м ² /кг
1	8	100
2		200
3		300
4	10	100
5		200
6		300
7	12	100
8		200
9		300

В таблице 2 приведены результаты расчета коэффициента ψ_s в зависимости от составов бетонов, а в таблице 3 – то же, но с учетом результатов эксперимента.

Как видно из графиков (рис. 3–8), соответствующих зависимостям, представленным по расчетам на основании теоретических данных, кривые имеют более близкие очертания, чем кривые, построенные по расчету с учетом экспериментальных данных. Расхождения в значениях составляют от 0 до 2,5%.

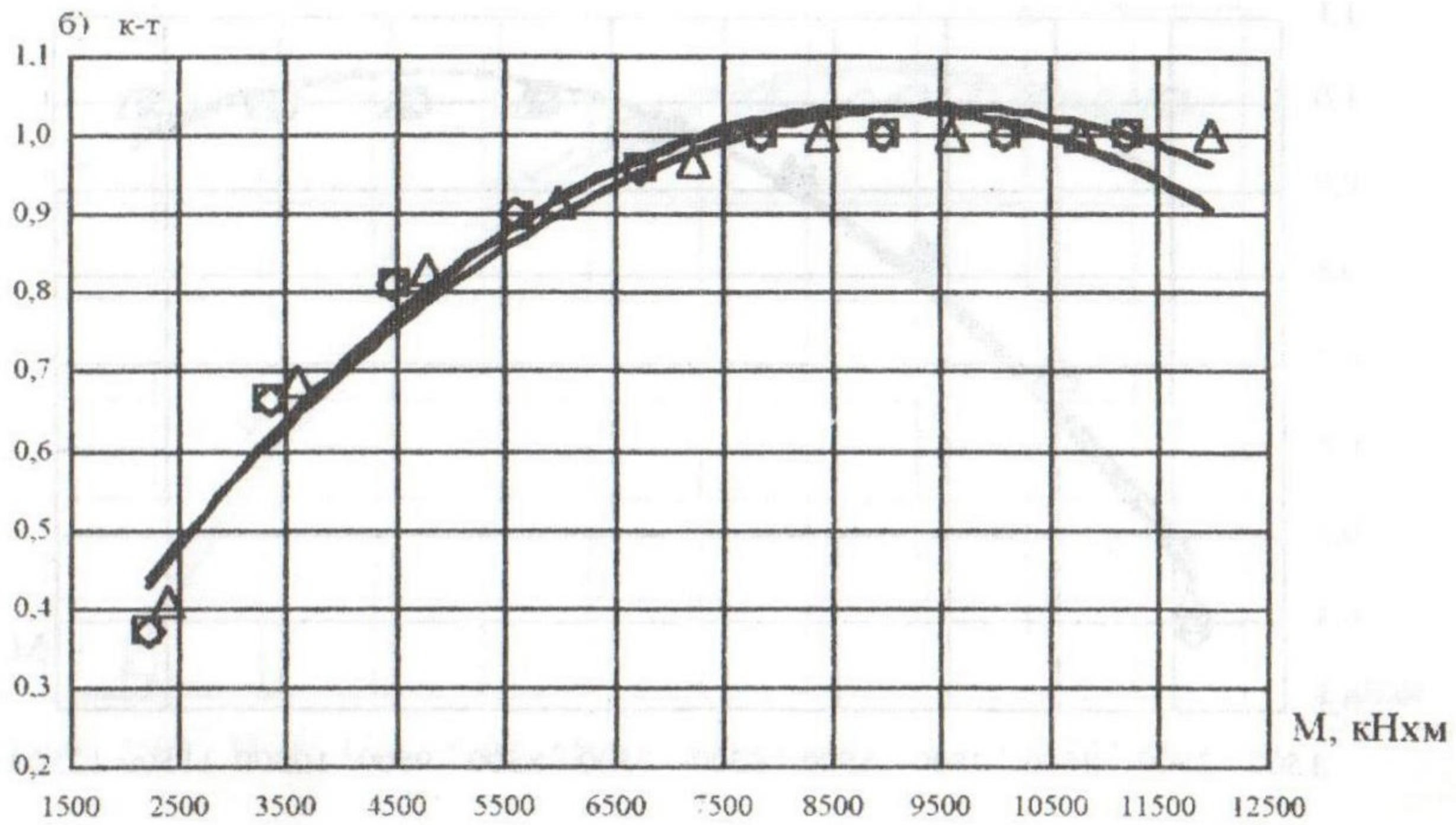
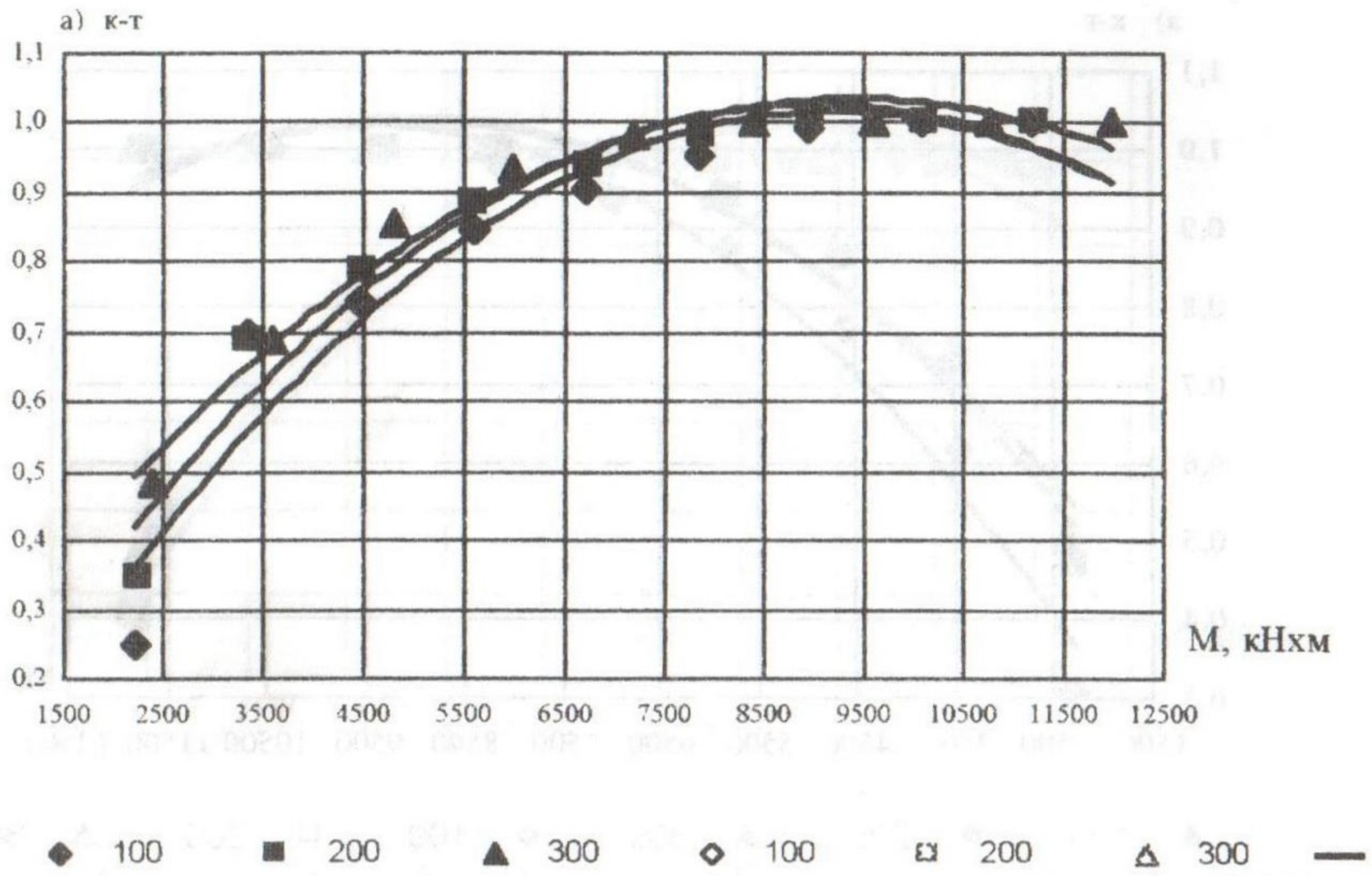


Рис. 3. Коэффициенты ψ_s в зависимости от составов бетонов дисперсностей $S_y = 100; 200; 300 \text{ м}^2/\text{кг}$ и количества наполнителя $H=8\%$
а) с учетом эксперимента; б) теоретические

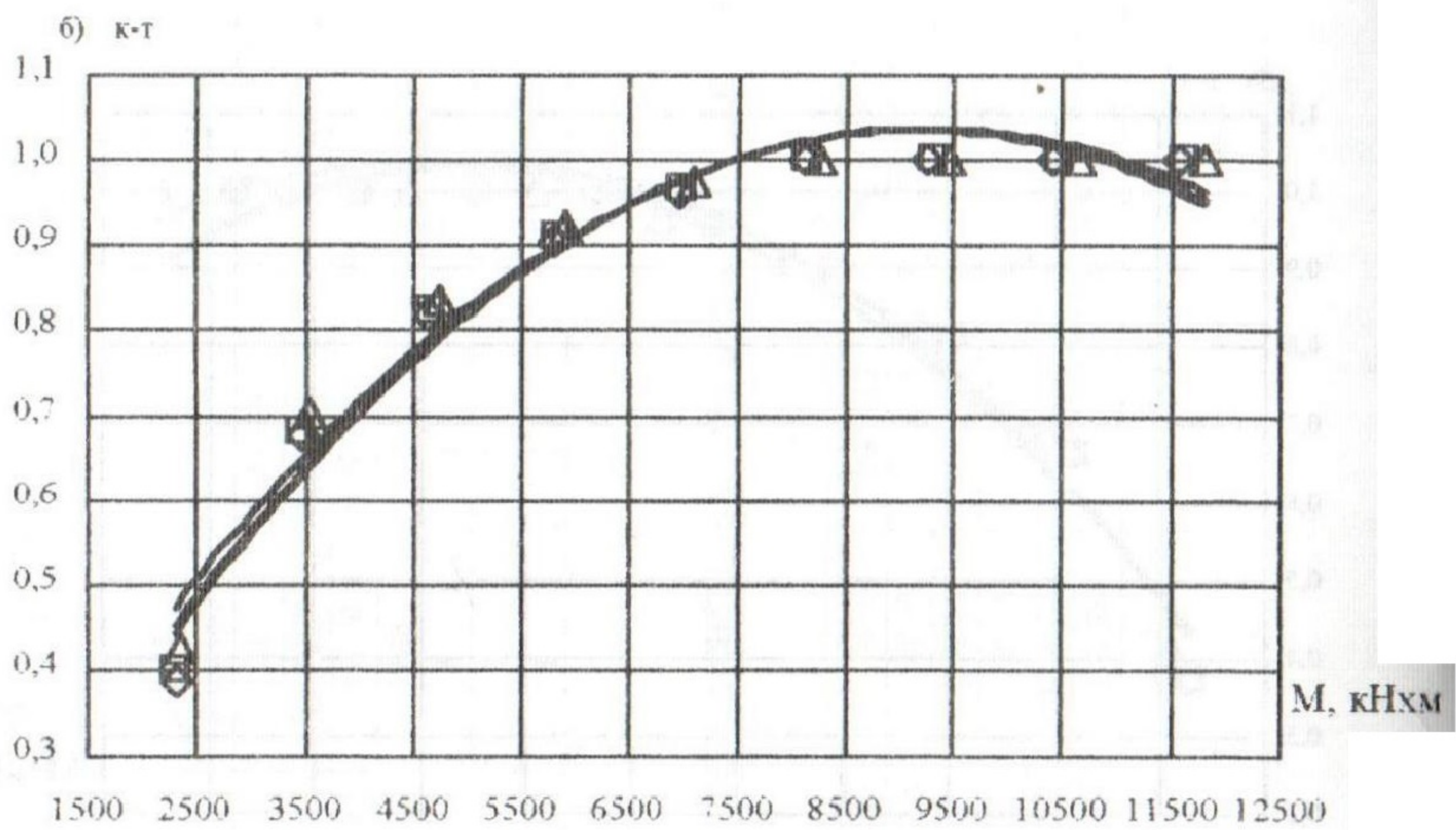
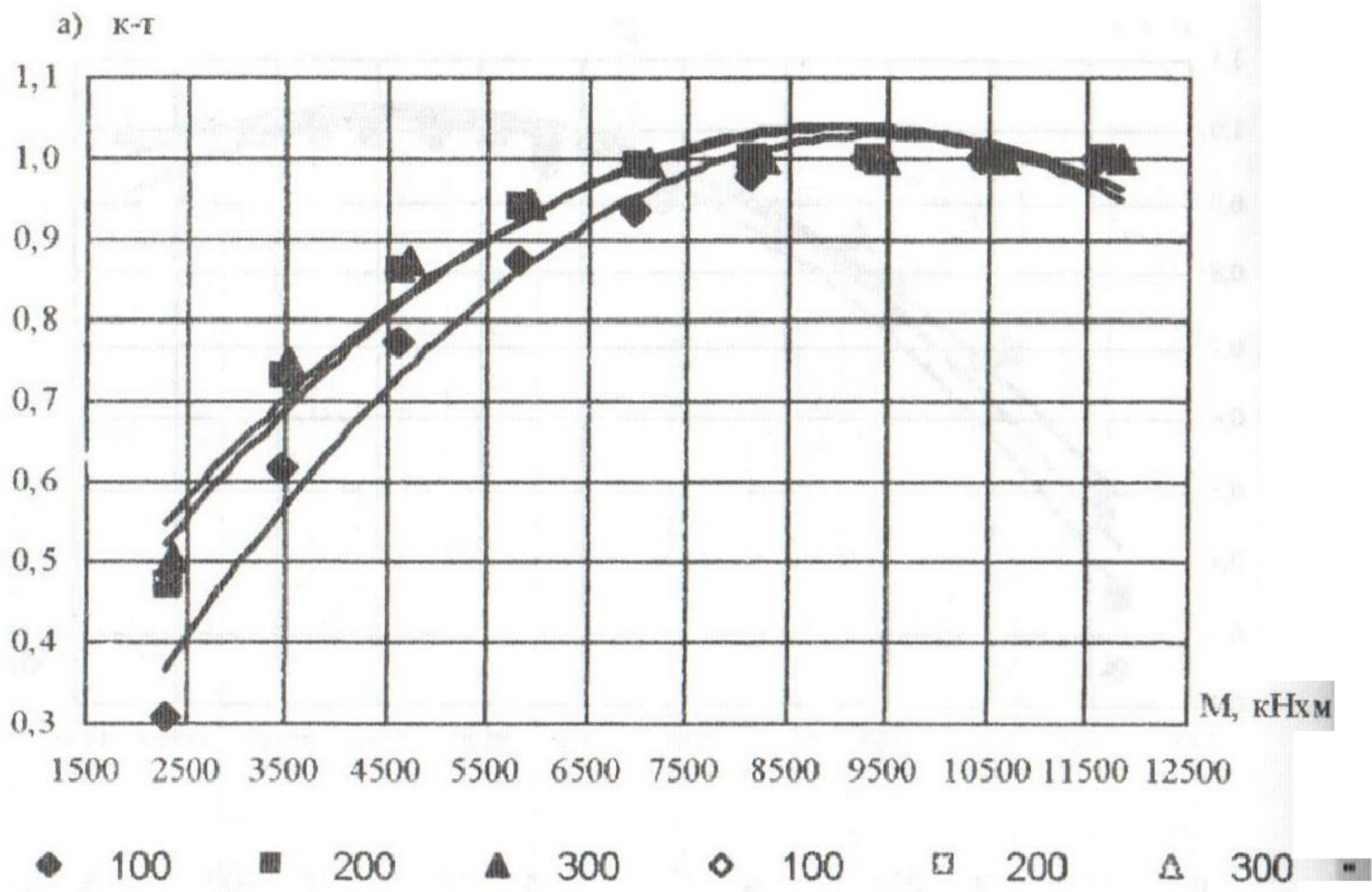


Рис. 4. Коэффициенты ψ_s в зависимости от составов бетонов дисперсностей $S_y = 100; 200; 300 \text{ м}^2/\text{кг}$ и количества наполнителя $N=10\%$ а) с учетом эксперимента; б) теоретические

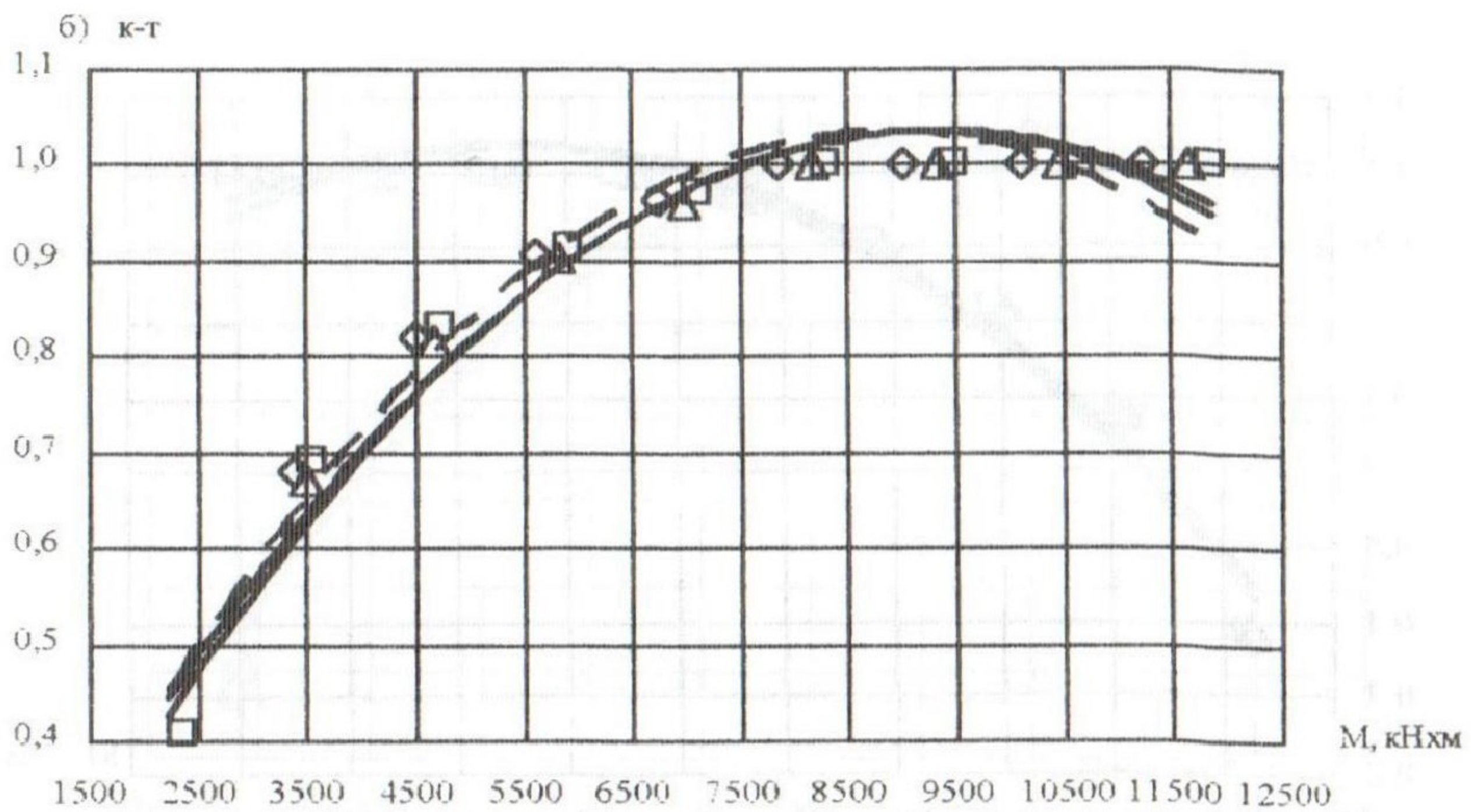
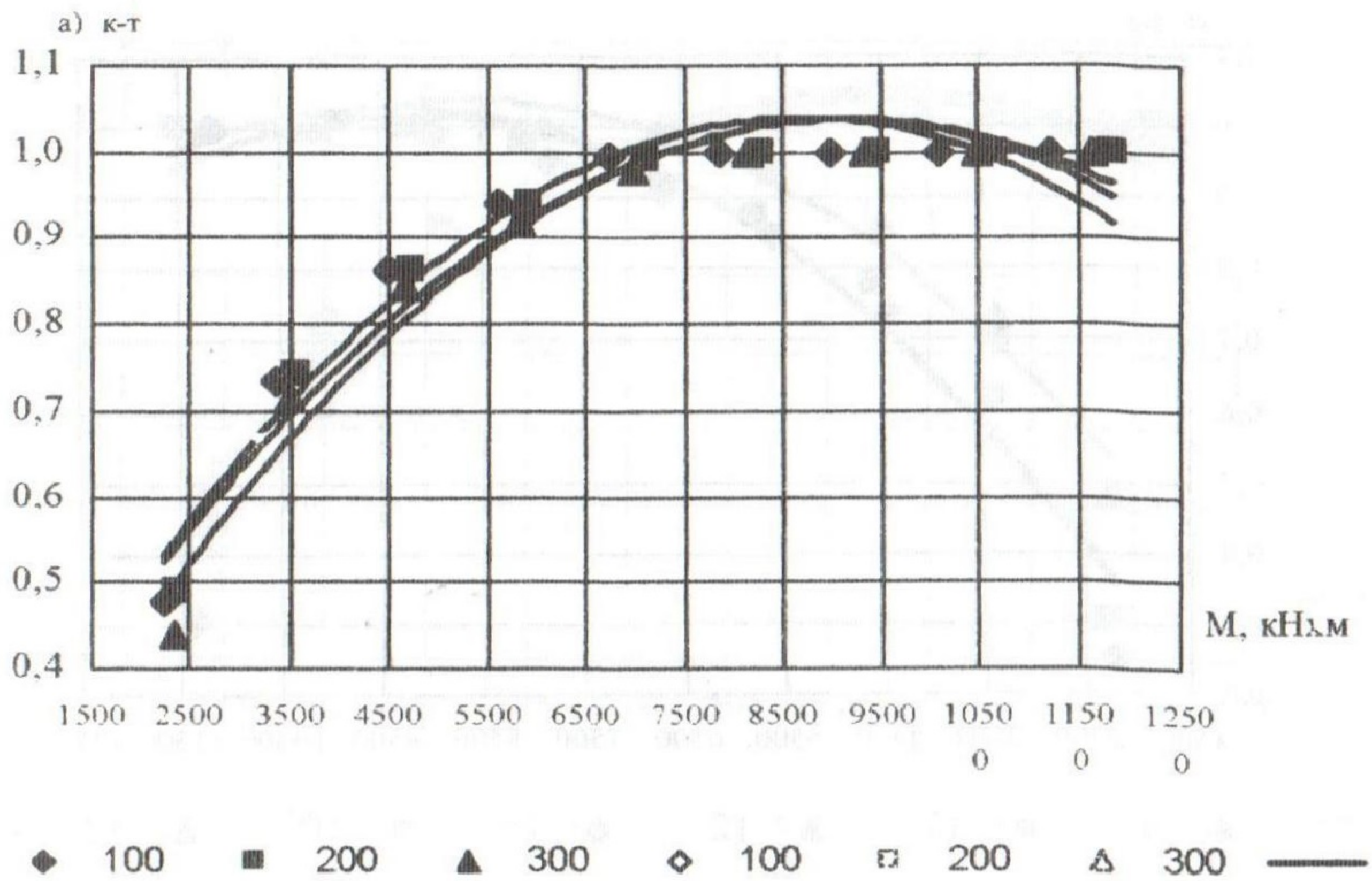


Рис. 5. Коэффициенты ψ_s в зависимости от составов бетонов дисперсностей $S_y = 100; 200:300 \text{ м}^2/\text{кг}$ и количества наполнителя $N=12\%$

а) с учетом эксперимента; б) теоретические

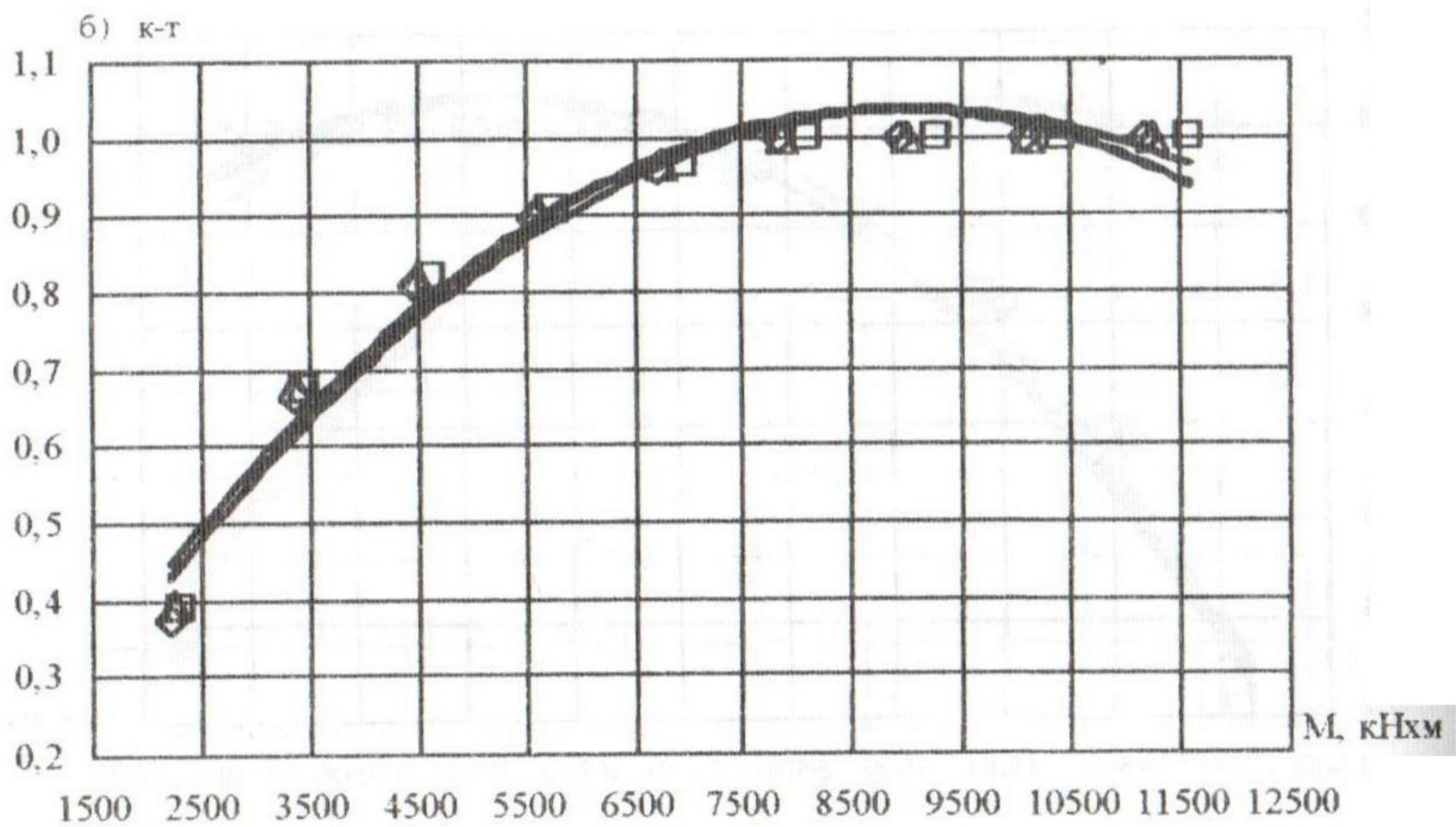
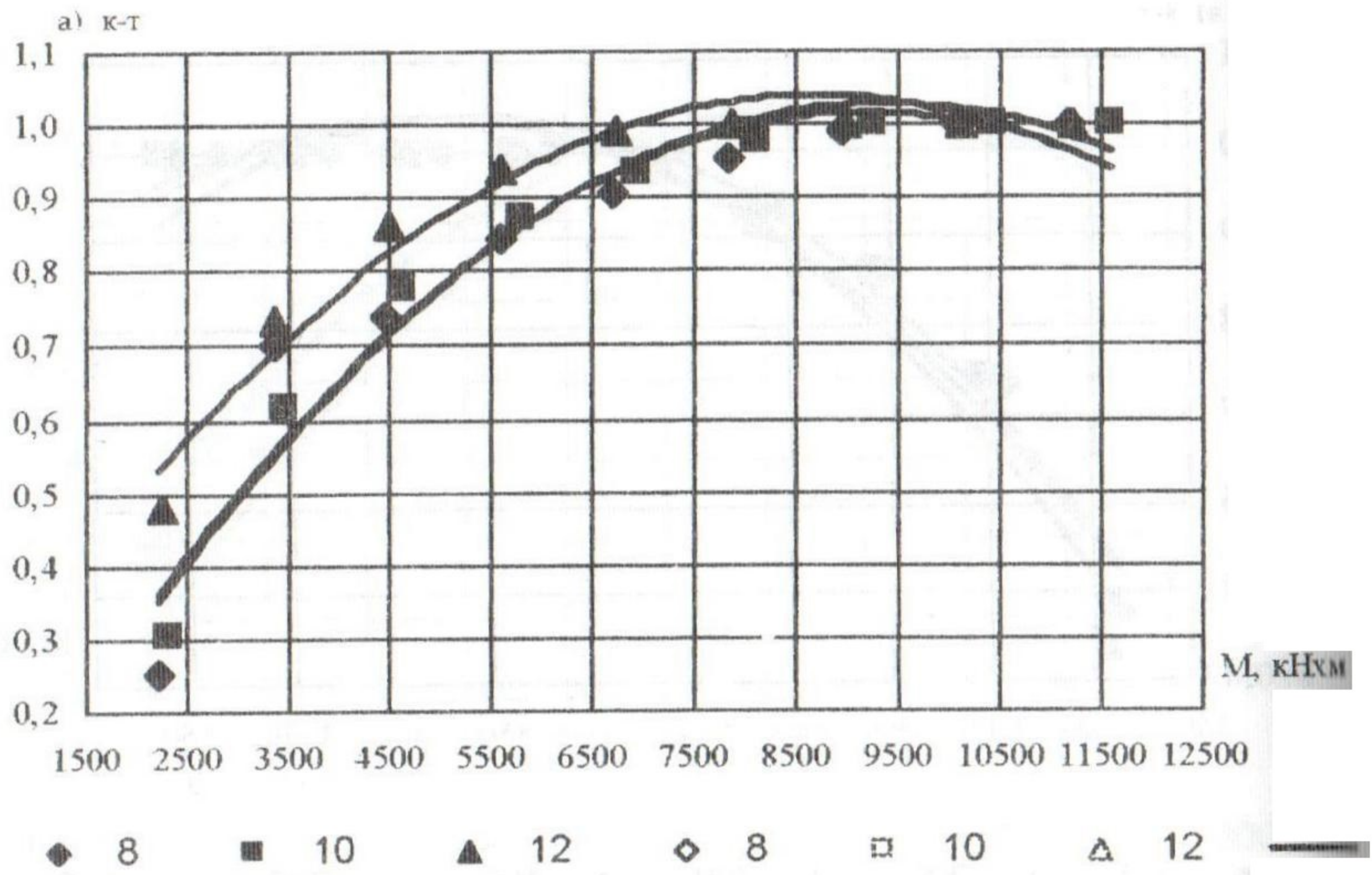


Рис.6. Коэффициенты ψ_s в зависимости от составов бетонов количества наполнителя $N=8; 10; 12\%$ и дисперсности $S_y = 100 \text{ м}^2/\text{кг}$
 а) с учетом эксперимента; б) теоретические

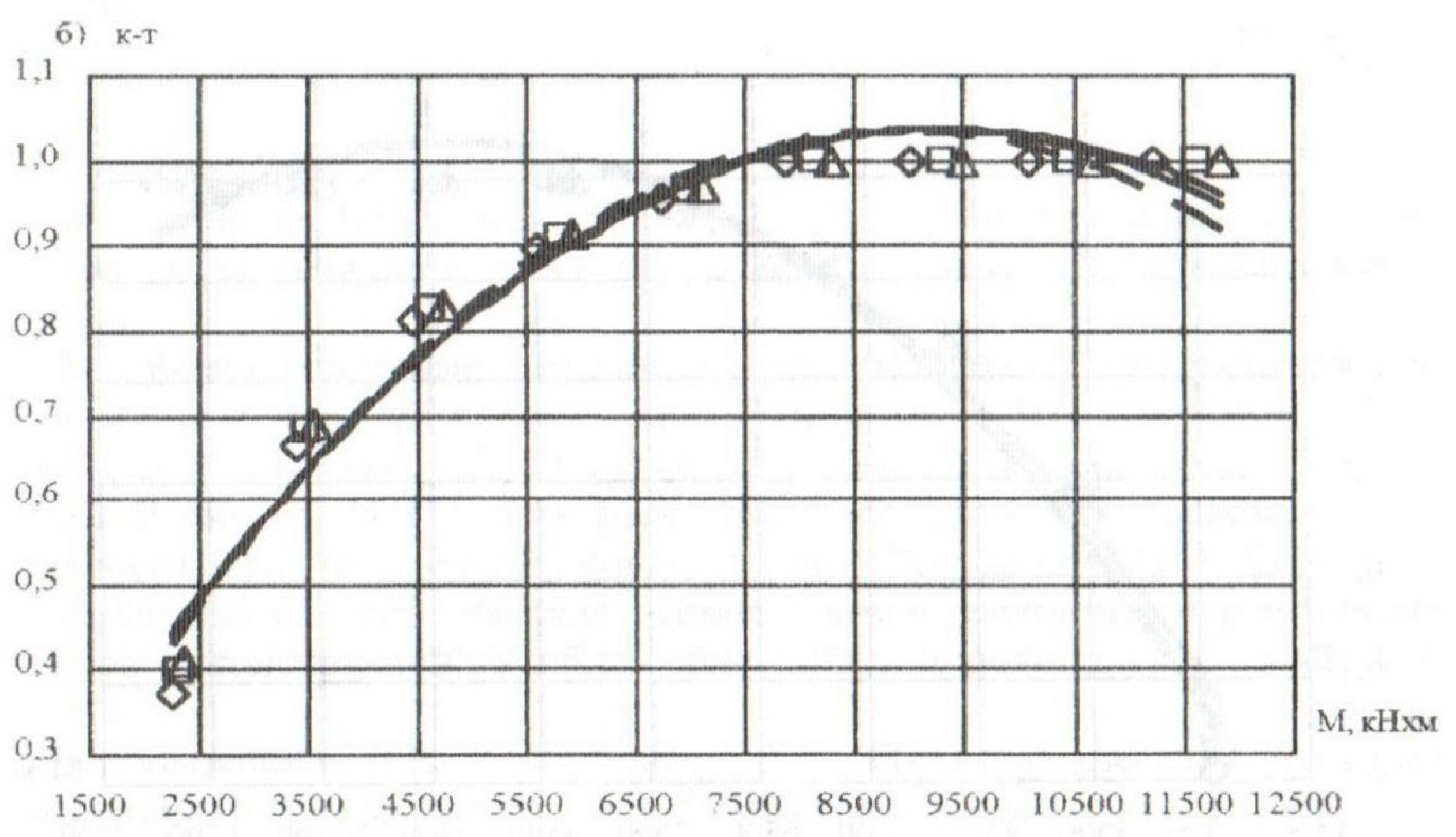
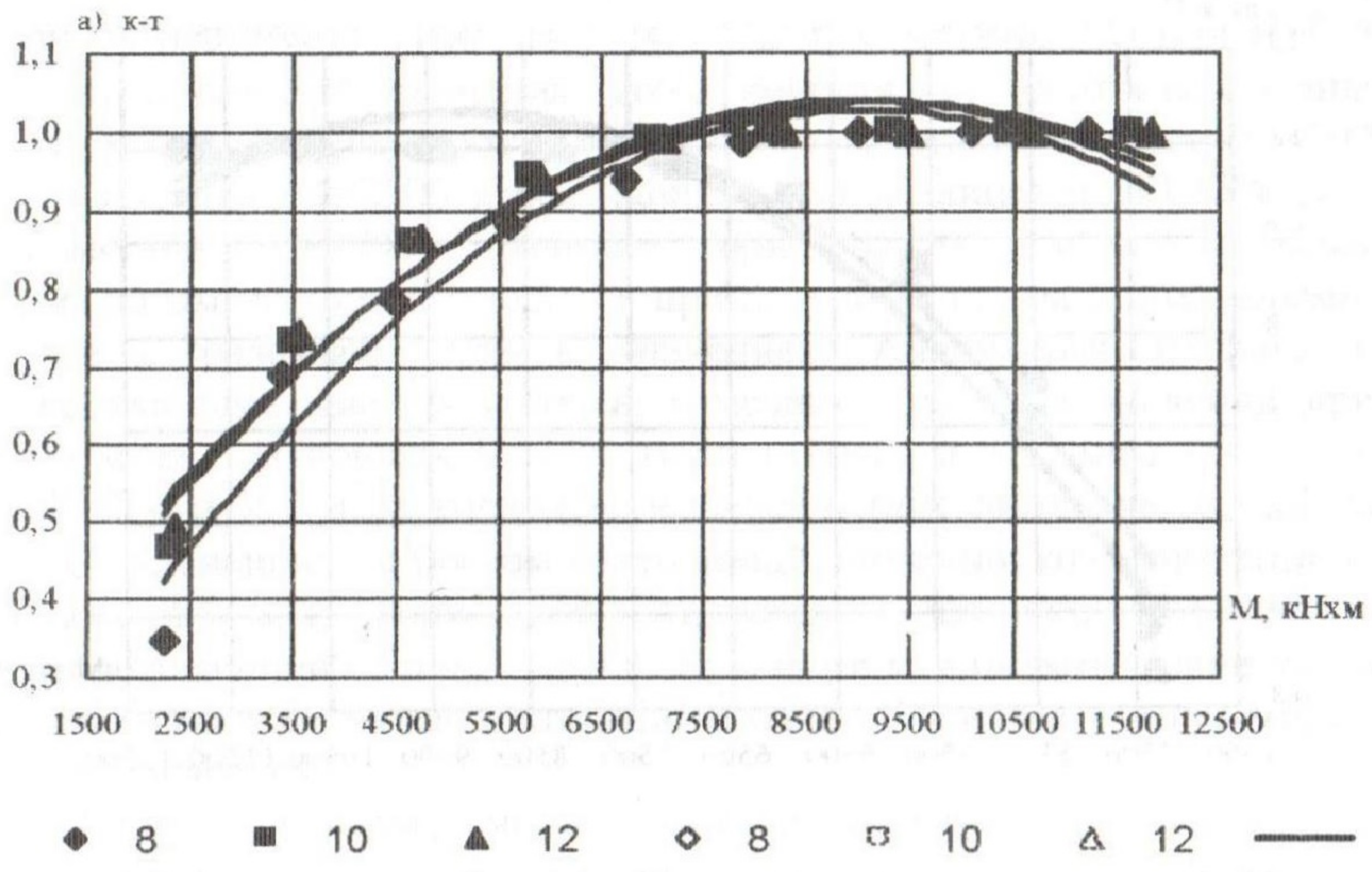


Рис. 7. Коэффициенты ψ_s в зависимости от составов бетонов количества наполнителя $N=8; 10; 12\%$ и дисперсности $S_y = 200 \text{ м}^2/\text{кг}$
 а) с учетом эксперимента; б) теоретические

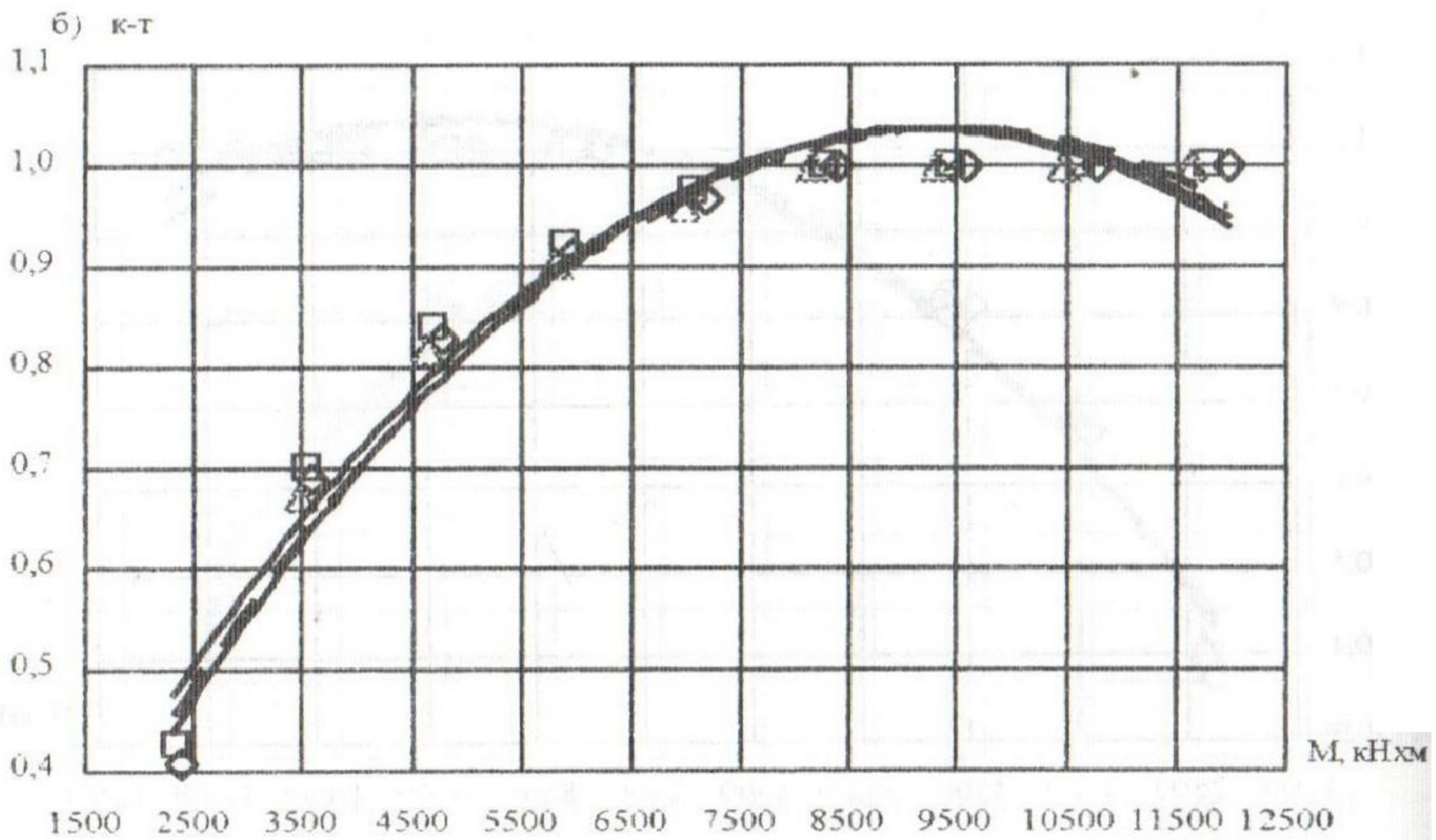
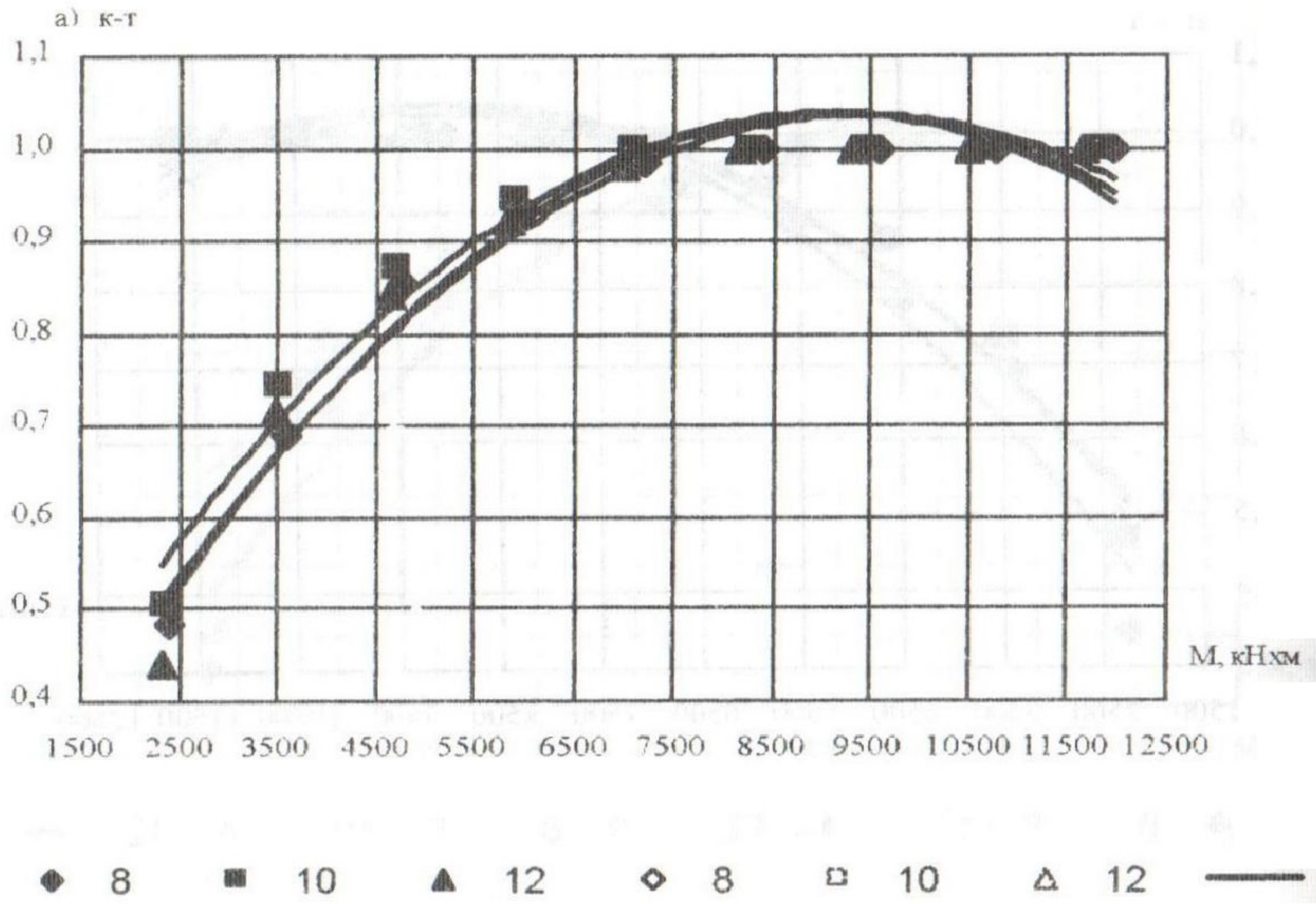


Рис. 8. Коэффициенты ψ_s в зависимости от составов бетонов количества наполнителя $N=8; 10; 12\%$ и дисперсности $S_y = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$
 а) с учетом эксперимента; б) теоретические

При сравнении кривых, отражающих зависимости по расчетам с учетом экспериментальных данных, следует отметить, что при $H=8$ и 10% максимальные значения коэффициента ψ_s (соответствующие $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$) превышают минимальные (соответствующие $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$) на уровне $M=2500 \text{ кНхм}$ (наибольшая разница) на $43,75\%$. Для зависимостей $H=12\%$ значение при $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ является минимальным на том же уровне, а при $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ – максимальными, но уже с разницей 10% в значениях. Анализируя графики с фиксированными дисперсностями, отмечается разница значений при $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ для кривых $H=12\%$ (max) и $H=10$ и 8% (min) – $43,75\%$. При $S_y=200$ и $300 \text{ м}^2/\text{кг}$ расхождения в значениях составляют от 17 до $8,5\%$. В дальнейшем, с ростом напряжений, значения коэффициента ψ_s приближаются к 1 , а при $0,7M_u - M_u$ равны 1 , что свидетельствует о равенстве значений ϵ_s и ϵ_{sm} . При этом кривые как теоретические, так и учитывающие эксперимент, становятся очень близкими и в некоторых случаях сливаются.

Таким образом можно сделать вывод о достаточно существенном влиянии варьирования дисперсностью и количеством наполнителя на изменение значений коэффициента ψ_s на этапах нагружения $0,2-0,5M_u$.

Литература

1. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций: Монография. – О.: Город мастеров, 1998. – 168с.
2. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А. В. Сиренко. - К.: Будивэльнык, 1991. – 144 с.
3. Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Методические рекомендации. Материалоемкость строительных конструкций. – Одесса: ОИСИ, 1990г. – 70с.
4. Технологическая наследственность композиционных строительных материалов и конструкций: Учеб.пособие / В.С. Дорофеев. – К.: УМК ВО, 1992. – 52с.
5. Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Технологическая механика композиционных материалов. – Киев: Общество “Знание” Украины, 1991г. – 19с.
6. Залесов А.С., Мухамедиев Т.А., Чистяков Е.А. Расчет трещиностойкости железобетонных конструкций по новым нормативным документам // Бетон и железобетон. - 2002. - № 5. – С. 15 – 19.