

УДК 691.175

А.С. НОСКОВ, д-р техн. наук, проф., В.П. ФИЛИППОВ, В.А. БЕЛЯКОВ, асп.
(Уральский государственный технический университет-УПИ,
ОАО Уральский научно-исследовательский институт архитектуры и строительства)

Использование современных химических добавок при проектировании составов конструкционного полистиролбетона

Значительное увеличение объема использования химических добавок при изготовлении бетона в последние годы в России и за рубежом повлекло за собой рост научных исследований их влияния на теплофизические характеристики различных видов бетонов.

В конце августа 2004 года в Екатеринбурге, столице Среднего Урала, была проведена научно-практическая конференция «Влияние требований нового ГОСТа на развитие производства и рынка строительства». Организаторами конференции выступили НИИЖБ (г. Москва), факультет строительного материаловедения УГТУ-УПИ и ОАО «ПОЛИПЛАСТ» (крупнейший в России производитель химических добавок для изготовления бетона). Наиболее значимым событием в программе конференции было представление руководством ОАО «ПОЛИПЛАСТ» новой серии химических добавок для повышения качества бетона.

По итогам конференции, в рамках продолжения ранее начатой работы, в ОАО институт «УралНИИАС» было принято решение о проведении сравнительных исследований влияния новых химических добавок «Реламикс-2» (разработки специалистов компании «ПОЛИПЛАСТ»), «KF – адгезив» и новой воздухововлекающей добавки «SDO-L», на качество конструкционного полистиролбетона. Научно-исследовательская работа [1], проводимая под общим руководством НИИЖБ, совместно со Строительным факультетом УГТУ-УПИ была удостоена Диплома Всероссийской научной конференции «Наука. Технологии. Инновации» в 2003 году и номинирована на премию Губернатора Свердловской области в 2004 году.

Ранее проведенные исследования показывают, что полистиролбетон – эффективный теплоизоляционный материал, который может использоваться, как конструкционный, однако достаточно широких исследований его, как конструкционного материала, не проводилось. Между тем, применение полистиролбетона повышенной прочности, как одного из наиболее эффективных для строительства с точки зрения экономики и принципов энергосбережения на сегодняшний день востребовано и перспективно в будущем.

ОАО «Уральский научно-исследовательский институт архитектуры и строительства» (бывшая научная часть Уралпромстройинипроекта) в советское время являлось по своей сути региональным подразделением НИИЖБа при Госстрое РФ в Уральском регионе и всегда поддерживало приоритет в сфере научных исследований новых строительных материалов и изделий.

В процессе оптимизации составов конструкционного полистиролбетона было выбрано два направления:

- улучшение параметров бетонной смеси (удобукладываемость, однородность, уменьшение расхода цемента или воды) и, как следствие, повышение прочности растворной матрицы (активизация вяжущих свойств заполнителя, процессов гидратации и твердения цемента);
- улучшение слитности поверхности растворной матрицы в образующихся порах на границе ее фазовых контактов с гранулами основного заполнителя – полистирола и, как следствие, меньшая деформируемость материала.

Была поставлена задача, с помощью современных химических добавок изготовить достаточно легкий (в диапазоне плотностей от 900 до 1300 кг/м³) и прочный (от 7,0 до 16,0 МПа) полистиролбетон с хорошими теплоизоляционными характеристиками. По результатам предварительных исследований был установлен наилучший в Уральском регионе заполнитель для конструкционного полистиролбетона – доменный гранулированный шлак Серовского металлургического завода фракции 0,64-1,25.

Следует отметить, что исследуемый конструкционный материал востребован для применения в серийном изготовлении на заводах ЖБИ стеновых панелей, перемычек, плит перекрытий и покрытий, поэтому дополнительным ограничивающим фактором при его создании выступала необходимость низкой стоимости нового бетона.

Экспериментальные исследования проводились в течение 2 лет специалистами отдела «Несущих железобетонных конструкций», Испытательного центра «НИИС», а также при поддержке лаборатории ка-

федры «Строительные конструкции» Строительного факультета УГТУ-УПИ.

Составы полистиролбетона подбирали с учетом ГОСТ 27006-86, на основе методики НИИЖБ, в которых необходимое количество составляющих определялось расчетно-экспериментальным методом. Использовался портландцемент завода «Невьянский цементник» М400 Д0 (без минеральных добавок).

Количество воды подбиралось из условия требуемой удобоукладываемости смеси.

Испытания кубиковой прочности на сжатие проводились на образцах геометрическими размерами 10,0х10,0х10,0 см [2, 3], прочности на изгиб – на балочках геометрическими размерами 4,0х4,0х16,0 см, а призмочной прочности на сжатие (с определением модуля упругости и расчетом коэффициента Пуассона) – на образцах геометрическими размерами 15,0х15,0х60,0 см. [4]. Геометрические размеры образцов для испытания прочности на изгиб были приняты исходя из оптимального соотношения среднего размера гранулы полистирольного заполнителя 3,0 мм и высоты ребра балочки 40,0 мм. Серия из образцов проектного состава состояла из трех призм размерами 15,0х15,0х60,0 см, трех балочек - 4,0х4,0х16,0 см и шести кубов - 10,0х10,0х10,0 см.

Основной характеристикой сопротивления полистиролбетона сжатию в расчетах является призмочная прочность. Для перехода от прочности кубов к прочности призм определялся коэффициент призмочной прочности (отношение прочности кубов к прочности призм). Он колебался от 0,92 до 0,97 и в среднем был принят ближе к 0,95.

Перед испытанием призм осуществлялось их центрирование по физической оси. Нагружение производилось ступенями, равными 2,5 % от ожидаемой разрушающей нагрузки (по 500 кгс). На каждой ступени осуществлялась выдержка по 3 мин и записывались отсчеты по приборам в начале и конце выдержки. Для измерения продольных и поперечных деформаций применялись индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. По результатам испытания серии призм был построен график зависимости деформаций от напряжений.

Для определения физических характеристик конструкционного полистиролбетона проводилось испытание морозостойкости кубов геометрическими размерами 10,0х10,0х10,0 см в количестве 18 образцов каждой серии по 100 циклов замораживания и оттаивания. Кроме того, проводилось испытание полистиролбетонных цилиндров диаметром 15,0 см и высотой 15,0 см в количестве 12 образцов в каждой серии на паропроницаемость.

В настоящее время в большей части научных исследований влияние химических добавок на свойства бетонной смеси оценивается, в основном, с позиций

ее реологии [5]. На VI конференции 2000 г. по суперпластификаторам и другим химическим добавкам, проводившейся в Ницце, была обозначена как первоочередная проблема совместимости добавки с составом и свойствами других элементов образующейся композитной системы (заполнителей и цемента). Ранее, в 1960-70 годах важный вклад в научные исследования по влиянию химических добавок внес О.П.Мчедлов-Петросян [5]. На наш взгляд, для конструкционного полистиролбетона эта проблема в большей мере актуальна, чем для тяжелых и некоторых видов легких бетонов.

Гидрофобные свойства легких пенополистирольных заполнителей с закрытыми порами (заряд на поверхности гранулы полистирола участвует в процессе смачивания) могут оказывать неблагоприятное влияние, так как снижается прочность фазовых контактов (сцепления между цементным тестом и поверхностью частиц). Вследствие этого, необходимо использование химической добавки меняющей этот заряд на противоположный, чтобы поверхность гранулы проявляла гидрофильные свойства. Кроме того, целесообразно применение добавок повышающих пластичность раствора (С-3, ТЭА, СДО) одновременно с добавками, повышающими прочность цементного камня на границе контакта с гранулами полистирола (известковое молоко и эпоксидная смола) и вяжущую активность зерен шлакового заполнителя (раствор NaOH).

Таким образом, на начальном этапе проведения экспериментов были опробованы такие разноплановые химические добавки, как суперпластификатор С-3, ТЭА, натрий едкий, ПВА, эпоксидная смола совместно с полиэтиленамином, а также известковое молоко и воздухововлекающая добавка СДО.

Введение 0,5% и 0,8% пластификатора С-3 от массы цемента в полистиролбетонную смесь дало повышение прочности образцов на сжатие и изгиб по сравнению с контрольными на 2,1 МПа и 2,5 МПа соответственно. Водопотребность при затворении вяжущего вещества за счет повышения пластичности смеси снизилась на 40 и 55% от водопотребности контрольного состава. Морозостойкость кубов составила не менее 100 циклов.

Добавление 0,1% и 0,5% ТЭА обеспечивает быстрые темпы схватывания полистиролбетонной смеси в начальный период времени с выделением большого количества тепла. Тем не менее, время окончания схватывания наступает примерно через сутки и более (при повышении концентрации добавки). По В.Рамачадрану [6] данный эффект объясняется тем, что в системе происходит ускорение реакции между C_3A и гипсом и быстрое образование фазы эттрингита в цементном растворе. Авторами подтверждается пластифицирующий эффект добавки предполагае-

мый по результатам предыдущих исследований влияния ТЭА на обычные бетоны, позволяющий сохранить требуемую подвижность полистиролбетонной смеси при уменьшении расхода воды на 45% от контрольного. Применение С-3 совместно с ТЭА в растворах несколько компенсирует замедление окончания схватывания, но значительного повышения прочности образцов не наблюдается. Присутствие в конструкционном полистиролбетоне зерен шлакового заполнителя ослабляет влияние данной химической добавки на свойства исследуемого материала. Отрицательным фактором является несколько высокая стоимость химической добавки – около 40 рублей за литр.

При затворении полистиролбетонной смеси раствором NaOH был замечен высокий экзотермический эффект и значительное увеличение скорости потери ее подвижности. Разрушительное действие щелочного возбудителя NaOH на коллоидальную пленку кремнекислоты на зернах шлакового заполнителя сильно облегчает диффузию воды внутрь зерен и ускоряет процессы гидратации и твердения полистиролбетона. Таким образом, косвенно подтверждается одна из идей физико-химической механики – «парадокс Ребиндера» об упрочнении структуры через разрушение ее составляющих. Применение химической добавки NaOH от 3 до 5-ой % концентрации в растворе дало увеличение прочности образцов материала на 10 % от контрольной. Это предположительно объясняется образованием на границе цементной матрицы с зернами заполнителя сростков кристаллов линейного типа, представляющих собой продукт реакции щелочи с активными глиноземом, кремнеземом, силикатами и сульфидом кальция, входящими в состав доменного шлака. Физико-химический анализ структуры материала, на наш взгляд, позволил бы доказать данное предположение и определил бы содержание кристаллических сростков в объеме матрицы (вероятно 15-20 %). Помимо этого применение раствора едкого натрия совместно с химическими добавками СДО или SDO-L усиливает эффект воздухововлечения за счет дополнительного омыления щелочью смоляных кислот содержащихся в данных добавках.

Достигнутое увеличение прочности образцов на сжатие и изгиб на 80 % при использовании эпоксидной смолы с добавлением разбавителя ацетона и отвердителя полиэтиленамина компенсируется повышением стоимости полистиролбетона почти в 2 раза за счет высокой стоимости добавок. Морозостойкость кубов составила не менее 50 циклов.

Для подбора наилучших по физико-механическим и теплоизоляционным свойствам полистиролбетона составов сырьевых компонентов были опробованы различные сочетания этих добавок.

Оптимальным сочетанием добавок для изготовления конструкционного полистиролбетона было принято использование пластификатора С-3 совместно с СДО при предварительной обработке полистирольных гранул известковым молоком. Учитывалась совокупность показателей рыночной стоимости как самих добавок, так и предлагаемого бетона, простота применения и полученный эффект комплексного улучшения свойств материала.

Наилучшие показатели были достигнуты при добавлении 0,5 % С-3 и 0,25 % СДО по массе цемента, с последующей обработкой полученных образцов в пропарочной камере в течение суток при температуре + 80°C. При предварительном покрытии гранул полистирола известковым молоком было получено дополнительное увеличение прочности образцов полистиролбетона на 20-25 %, однако было замечено незначительное снижение пластифицирующего эффекта от использования С-3 и СДО. Помимо этого, изменился характер разрушения образцов полистиролбетона при сжатии, вероятно, за счет увеличения прочности фазовых контактов на границе между гранулами полистирола и цементным камнем.

При перемешивании бетонной смеси без воздухововлекающей добавки, но с добавлением С-3, часть воздуха теряется из-за низкой вязкости и диспергированного состояния полистиролбетона. Увеличение морозостойкости бетона под влиянием С-3 и его аналогов, заявленное производителями, оспаривается многими авторами, в лучшем случае, на наш взгляд, (применительно для легких бетонов) оно незначительно. В связи с этим, возникло предложение исследовать физические характеристики полистиролбетонных образцов с использованием С-3 с добавлением СДО и без нее, призванной посредством воздухововлечения увеличить морозостойкость полистиролбетона. Однако известно, что прочность является обратной функцией пористости материала, поэтому более целесообразным будет использование другой альтернативной химической добавки совместимой с С-3 и улучшающей теплоизоляционные характеристики бетона.

В дальнейшем, в связи с появлением на рынке новых химических добавок для бетонов с лучшими свойствами, с точки зрения производителя, возникла необходимость в проведении сравнительных экспериментальных испытаний прочности образцов конструкционного полистиролбетона.

Стоит отметить, что добавки нового поколения типа поликарбоксилатов и акриловых сополимеров со сложным механизмом действия, производимые зарубежными компаниями, пока не конкурентоспособны на российском рынке из-за их высокой стоимости. Высокая эффективность данных добавок предполагается из-за создания ими стерических сил

отталкивания в адсорбционных слоях, окружающих частицы цемента [7, 8]. Результат действия стерического эффекта гораздо сильнее действия электростатических сил отталкивания между частицами, которые линейно связаны с текучестью цементного теста. К сожалению, эти химические добавки не являются универсальными и совместимы не со всеми составами российских цементов. То есть, эффект сохранности действия добавок во времени ограничивается свойствами и химическим составом цемента. Например, добавка, входящая в состав смесей ЭМАКО, производимая крупным химическим концерном «Degussa», высоко эффективна только с цементом Старооскольского завода М600.

Химические добавки группы лигносульфатов, получаемые в виде отходов в промышленности от производства бумаги (лигнопан Б 1-4, КМХ и т.п.), менее эффективны, чем С-3 и его производные (например, добавки группы «Релаксол» [9]) и несколько неудобны в использовании в связи с нестабильностью их состава и свойств. Положительным фактором является относительно низкая стоимость этих добавок.

Краткая характеристика новых химических и воздухововлекающих добавок, выбранных для сравнительного эксперимента.

Химическая добавка «Реламикс-2» разработана на основе хорошо известного суперпластификатора С-3, применяемого для тяжелых бетонов в строительстве более 50 лет. Она представляет собой смеси натриевых солей полиметиленафталинсульфонокислот различной молекулярной массы с добавлением комплекса ускоряющего набор прочности. Добавка получила одобрение со стороны ведущих специалистов НИИЖБ (В.Г.Батраков, М.И.Брассер) и начала выпускаться в мае этого года на заводе «Полипласт-УралСиб» в Уральском регионе. Стоимость одного килограмма добавки «Реламикс-2» на время написания статьи составляла 27,5 рублей, что превышает стоимость С-3 на 2-2,5 рубля за килограмм.

Воздухововлекающая добавка «SDO-L» является модификацией хорошо известного СДО, которая сейчас широко применяется для производства теплоизоляционного полистиролбетона. SDO-L является добавкой, предназначенной уменьшить плотность и улучшить удобоукладываемость смеси, а также повысить теплоизоляционные характеристики бетона. Действует по принципу поризации цементного теста. СДО получается за счет наилучшего соотношения смоляных и жирных (иначе омыляемых и не омыляемых) кислот в процессе обработки определенных листовых пород древесины, например, березы. А «SDO-L», со слов разработчиков, является продуктом омыления древесных пексов, т.е. отходом при сухой перегонке (пиролизе) древесины. Органическая часть выделяется путем экстракции с последующей отгон-

кой. Разработана и предлагается специалистами компании «Внешхимопт» под руководством Ю.М.Гольдшмита г. Нижний Новгород. В Уральском регионе поставляется компанией «Лакра».

Химическая добавка «KF – адгезив» разработана специально для полистиролбетона. В основе принципа действия лежит механизм электрохимических реакций адгезии (типа позолота, хромирование только без электричества). Она создает на поверхности гранул поле, заряженное противоположным зарядом, нежели цементные частицы, что, в свою очередь, притягивает цемент на полистирол. Тем самым достигается некоторое уравнивание масс полистирола и цементного теста и происходит их равномерное перемешивание. Добавка разработана несколько лет назад специалистами компании «Трибус» г. Волгоград и на сегодняшний день поставляется данной компанией на строительный рынок.

Авторами установлено, что при введении химической добавки «Реламикс-2» в количестве 0,6 % от массы цемента подвижность полистиролбетонной смеси увеличивается от П1 до П5 по ГОСТ 10181.1-81. При водоредуцировании достигается снижение расхода воды на 40 %, а прирост прочности полистиролбетона в возрасте 28 суток достигает 3,7 МПа сравнительно с прочностью контрольных образцов, изготовленных без добавки. Данный факт, по видимому, объясняется взаимодействием химических соединений, входящих в состав добавки (комплексом, ускоряющим набор прочности), с активными глиноземом, кремнеземом, силикатами и сульфидом кальция, входящими в состав доменного плака.

Повышение стоимости расходных материалов для конструкционного полистиролбетона ориентировочной плотностью около 1000 кг/м³ при применении 47,5 кг добавки «Реламикс-2» на 1 м³ составит около 100 рублей (12-13 % от стоимости полистиролбетона). Однако (по мнению производителей добавки) рост производительности, иными словами снижение общей себестоимости по заработной плате, накладным и прочим расходам снизится приблизительно в 8 раз.

При использовании «SDO-L» в полистиролбетоне происходит увеличение объема смеси за счет воздухововлечения, тем самым при регулировании ее технологических параметров приходится уменьшать объем полистирола и увеличивать объем цемента, что приводит к некоторому снижению изначально заданных теплоизоляционных характеристик. Коэффициент сопротивления теплопередаче составил 0,24 В/м²С при плотности образцов в диапазоне 870-900 кг/м³. Морозостойкость кубов – не менее 100 циклов.

Влияние «KF- адгезива» заключается в том, что бетонная смесь уплотняется, что, в свою очередь, как

показали эксперименты авторов, несколько улучшает теплоизоляционные и прочностные характеристики опытных образцов полистиролбетона. Коэффициент сопротивления теплопередаче составил также 0,24 В/м²С при плотности образцов в диапазоне 950-975 кг/м³ (большей чем плотность образцов с добавкой «SDO-L»). Морозостойкость кубов – не менее 100 циклов. Повышение стоимости расходных материалов для конструкционного полистиролбетона при использовании около 50 кг добавки на 1 м³ составит около 110 рублей.

Применение воздухововлекающей добавки «SDO-L» является более востребованным для теплоизоляционного полистиролбетона не требующего повышенной прочности (в диапазоне плотностей от 150 до 600 кг/м³), тогда как химическая добавка «KF- адгезив» по своему механизму действия, в первую очередь, востребована для конструкционного полистиролбетона в диапазоне плотностей от 900 до 1300 кг/м³. Тем не менее, влияние химической добав-

ки «KF- адгезив» на теплофизические характеристики полистиролбетона требует дальнейшего более глубокого исследования.

Следует отметить, что по результатам предыдущих исследований, темп набора прочности полистиролбетона на заполнителе из гранулированного доменного шлака продолжается в течение более долгого периода времени (60 суток относительно 28-ми). Предполагается, что с течением времени, различие в прочностных характеристиках полистиролбетона с применением данных добавок несколько сократится.

Предварительные результаты подбора и испытания составов сырьевых компонентов конструкционного полистиролбетона, приведенные в табл.1 и на рис.1, позволяют предположить, что наилучшим сочетанием химических добавок будет использование пластификатора «Реламикс-2» совместно с «KF- адгезивом» в меньших концентрациях, при предварительной обработке гранул полистирола известковым молоком.

Таблица 1

Влияние химических добавок на параметры смеси и прочность конструкционного полистиролбетона для изготовления среднего слоя трехслойных стеновых панелей и надоконных перемычек

Химическая добавка, %	Кол-во цемента, г	Гран. домен. шлак, г $\gamma=2,41$ г/см ³	Полистирол, мл	Вода, мл	Бетонная смесь		Плотность образца γ , г/см ³ (условия естеств. влажности)	Влажность образца W , % ($m_{вл}-m_{сух}$)	Прочность на сжатие, МПа в возрасте, сут	
					В/Ц	ОК			7	28
Без добавок	700	250	800	350	0,50	3,0	1090	4,4	4,0	5,7
С-3, 0,5 от цемента	700	224	800	216	0,31	2,5	1024	3,0	5,4	7,8
С-3, 0,8 от цемента	665	214	900	150	0,23	2,5	975	2,0	6,0	8,2
С-3, 0,5 + СДО, 0,25 + изв. молоко	795	255	835	242	0,30	3,0	1270	4,7	9,8	15,8
С-3, 0,5 + ТЭА, 0,5	695	234	900	190	0,27	3,0	1030	3,9	4,2	6,4
Реламикс-2, 0,6 от цемента	694	230	900	212	0,31	3,0	1030	3,0	7,4	9,4
SDO-L, 0,25 от цемента	570	180	765	240	0,42	3,0	870	6,0	4,44	5,7
KF- адгезив, 0,25 от цемента	623	210	900	233	0,37	3,0	975	2,6	4,2	6,0

Примечание: Составы полистиролбетона приведены из расчета на объем в 1 литр смеси

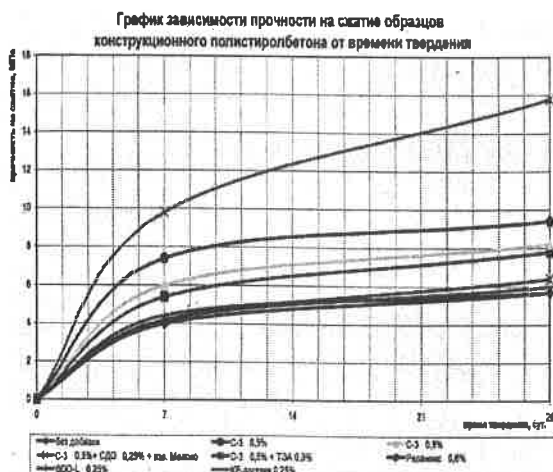


Рисунок 1

Рис.1. Результаты испытания прочности образцов конструкционного полистиролбетона различных составов

В результате проведенных исследований по проектированию составов и испытанию теплофизических свойств полистиролбетона был получен новый материал для строительных конструкций с хорошими прочностными и теплоизоляционными характеристиками, предназначенный для изготовления на заводах ЖБИ стеновых панелей, перемычек, плит перекрытий и покрытий.

Вторым этапом научно-исследовательской работы предполагается разработка методик расчета изгибаемых и внецентренно сжатых армированных конструкций из полистиролбетона повышенной прочно-

сти, с выпуском временных технических условий на данную продукцию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование свойств полистиролбетона, как строительного материала на основе техногенных отходов металлургических предприятий и ТЭС Уральского региона: Отчет о НИР (промежотч.) / ОАО институт «УралНИИАС»; Рук. В.В. Щербаченко., В.П. Филиппов. - Инв. 12745. - Екатеринбург. - 2003. - Ч.1.-39 с.
2. ГОСТ Р 51263-99 Полистиролбетон. Технические условия / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП. - 1999. - 20 с.
3. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение // Бетон и железобетонные изделия. Ч.з.- М. - 1990. - С. 78-101
4. ГОСТ 24452-80 Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона / НИИЖБ Госстроя СССР, НИИСК Госстроя СССР. - М.: 1980. - 18 с.
5. Ратинов В.Б., Розенберг Т.Н. Добавки в бетон. -М.: Стройиздат. - 1989. - 188 с.
6. Рамачандран В.С. Роль триэтанолamina при гидратации цемента. // Труды шестого международного конгресса по химии цемента. Том 2. Гн. 2. -М.: Стройиздат. - 1976.- С. 37-49
7. Нормы европейские EN 934-2 «Добавки к бетонам, растворам, цементному тесту»
8. ДСТУ БА. 1.1-47-94 «Хімічні добавки для бетонів. Терміни та визначення». - Київ. - 1998
9. Rixom L. Chemical Admixtures for Concrete. 3th Ed., London E& FN Symp., London. 1999



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА
МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
„ВІБРАЦІЇ В ТЕХНІЦІ ТА ТЕХНОЛОГІЯХ“

присвячена 75 - річчю вищого навчального закладу
 3-7 жовтня 2005 р., м. Полтава

Основні напрямки:

- динаміка та синтез вібраційних машин;
- моделювання динамічних процесів;
- динаміка конструкцій;
- керування вібраціями;
- вібраційні технологічні процеси;
- захист від вібрацій;
- вимірювання та контроль вібро-акустичних параметрів;
- економічні проблеми вібротехніки та вібротехнологій.

Адреса оргкомітету:
 ПНТУ, Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, 36601
 Заступник голови оргкомітету: Сердюк Леонід Іванович
 тел. (05322) 7-46-48 (роб.); 2-48-04 (дом.)
 e-mail:k27@patu.poltava.ua