

Тагир А. АХМЯРОВ, Александр В. СПИРИДОНОВ, Игор Л. ШУБИН

Научно-исследовательский институт строительной физики, Россия

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ АКТИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕКОНСТРУКЦИИ И КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Приведены результаты, преимущества и промежуточные выводы по новейшим теоретическим и экспериментальным исследованиям новых принципов повышения комфортности микроклимата и энергетической эффективности наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений различного назначения с минимальным энергопотреблением. Показано, что для энергоэффективных вентилируемых ограждающих конструкций (ЭВОК) возможно повысить энергетическую эффективность в несколько раз относительно существующих современных ограждающих конструкций и действующих норм. Применение ЭВОК позволит обеспечить практически полную рекуперацию теплового потока и влаги, включая светопрозрачные конструкции, что открывает новые перспективы для строительства и реконструкции зданий (сооружений, теплиц) с большим процентом остекления.

**Ключевые слова:** энергоэффективные вентилируемые светопрозрачные ограждающие конструкции, система активного энергосбережения, рекуперация трансмиссионного, радиационного тепла и влаги

### ВВЕДЕНИЕ

В результате исследований, проведенных в НИИ строительной физики в 2011-2014 г., авторами были предложены новые принципы проектирования наружной оболочки зданий и сооружений различного назначения с использованием активной рекуперации выходящего тепла и влаги, а также разработаны энергоэффективные вентилируемые ограждающие (ЭВОК) и светопрозрачные (ЭВСОК) конструкции [1-5]. Нами были теоретически обоснованы новые принципы проектирования [1, 2], экспериментально подтверждена их эффективность [5]. Кроме того, совместно с рядом фирм - партнеров были разработаны предложения по использованию технологий активной рекуперации в реальных ограждающих и светопрозрачных конструкциях [3, 4].

## 1. РЕКУПЕРАЦИЯ ТЕПЛА В СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

В ходе исследований нами были:

- получены очень высокие показатели по рекуперации (возврату) уходящего из помещения теплового потока;
- определены оптимальные расстояния между теплозащитными экранами различного вида в наружной камере межстекольного пространства светопрозрачных конструкций;
- обеспечены условия образования плоской турбулентной струи в наружной камере межстекольного пространства;
- установлены минимальные расстояния между теплоотражающими экранами и ограждающими конструкциями, при которых функционирует разработанный принцип повышения энергетической эффективности;
- определены оптимальные режимы подачи наружного воздуха в специально образованную наружную прослойку;
- проведена оценка эффективности использования современных рекуператоров мембранного типа совместно с энергоэффективными вентилируемыми ограждающими и светопрозрачными конструкциями.

В качестве механизмов воздействия на выходящий из здания тепловой поток были использованы комплексные физические процессы. В ходе исследований в климатических камерах НИИ строительной физики были достигнуты:

- рекуперация выходящего теплового потока через ограждающие конструкции с КПД выше 95%;
- рекуперация тепла вентиляционных выбросов с КПД выше 94%;
- рекуперация влаги: через ограждающие конструкции с КПД 100%, а у вентиляционных выбросов - с КПД выше 84%;
- обеспечение нормативных показателей энергетической эффективности конструкций, запланированных к 2020 г., что значительно выше, чем у существующих ограждающих и светопрозрачных конструкций и существенно выше требований действующих нормативно-технических показателей;
- возможность создания комфортных условий в помещениях за счет обеспечения энергоэкономичного воздухообмена в 2-3 раза выше требований действующих санитарных норм;
- практическое исключение возможности образования конденсата на поверхностях ограждений, а также минимизация возможностей разрушения остекления светопрозрачных конструкций за счет т.н. «эффекта термошока»;
- возможность регулирования и оптимизации тепло-влажностного режима внутри ЭВОК и ЭВСОК при их эксплуатации в зависимости от наружных условий;
- повышение теплотехнической однородности конструкций за счет изоляции воздушным потоком теплопроводных включений, а также повышение тепловой устойчивости ограждения.

Можно констатировать, что разработанные ограждающие и светопрозрачные конструкции фактически готовы к практическому внедрению, в новом строительстве, при реконструкции и капитальном ремонте существующих зданий. Основные преимущества разработанных конструкций ЭВОК и ЭВСОК при использовании их в строительстве следующие:

- малая материалоёмкость, относительно невысокая стоимость, примерно сопоставимая с ценой традиционных конструкций, экономичность;
- высокая долговечность, высокая энергоэффективность, экологическая чистота;
- возможность использования в ограждающих конструкциях материалов с большей теплопроводностью, чем это предполагается действующими нормами за счет эффективной рекуперации выходящего теплового потока;
- возможность применения комбинаций из сертифицированных промышленно выпускаемых ограждающих конструкций, что минимизирует необходимость дополнительной сертификации ЭВОК и ЭВСОК;
- возможность снижения требований к ограждающей конструкции - за счет применения новых принципов проектирования, не увеличивая сопротивления теплопередаче существующих конструкций, что очень перспективно при реконструкции и капитальном ремонте зданий.

Российская Федерация стоит перед сложной задачей по реновации, повышению комфортности и тепловой модернизации большей части ранее построенных зданий и инфраструктуры. Это связано с неудовлетворительным состоянием многих сооружений. С учётом огромного объема жилого фонда встает вопрос, возможно ли адекватно и своевременно провести необходимые улучшения или дополнительные мероприятия по санации этих зданий во избежание серьезных социальных и других проблем.

Необходимость мероприятий по энергосбережению в РФ обосновывается и тем, что в период с 1917 г. а по 2000 г. было построено более 3.5 млрд м<sup>2</sup> жилых зданий [6] (по данным Минстроя РФ - общая площадь зданий в РФ - 5.5 млрд м<sup>2</sup>, в том числе - 4.1 млрд м<sup>2</sup> жилых зданий [7]), энергетические потери которых не отвечают современным требованиям. По данным Министерства регионального развития РФ (2012 г.) средние затраты на отопление в жилых зданиях на всей России составляют 350÷380 кВт час/(м<sup>2</sup> год) (в 5÷7 раз выше, чем в Германии и других странах ЕС). В некоторых типах зданий они достигают 680 кВт час/(м<sup>2</sup> год). Более того, по данным Мосгосэкспертизы, несмотря на то, что в Своде Правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003) для многоэтажных зданий, проектируемых для г. Москвы, для удельных затрат на отопление и вентиляцию был установлен предел в 95 кВт час/(м<sup>2</sup> год), в построенных зданиях (что было установлено неоднократными проверками зданий возведенных в 2003-2010 г.) эти затраты находились на уровне 150÷180 кВт час/(м<sup>2</sup> год). С учетом постоянного роста тарифов на тепловую энергию и неопределенности на глобальных рынках углеводородного сырья (а также в связи с мизерным использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии

в нашей стране) такая ситуация является чрезвычайно опасной с точки зрения энергетической безопасности страны. Известно, что в середине 2000-х годов в ряде регионов была запущена программа по реновации и санации жилых зданий, построенных в 60-е - 70-е годы прошлого века. Основные работы предполагали утепление стен за счет различных вариантов наружного утепления, замену окон и ремонт или замену некоторых коммуникаций. Предполагалось, что за счет этих мероприятий возможно будет снизить расходы на эксплуатацию жилых помещений на 25÷30%. К сожалению, мониторинг реконструированных домов показал значительно меньший энергетический эффект - по результатам обследований, проведенных Мосгосэкспертизой и другими заинтересованными организациями, снижение потребления энергии в них не превышало 10%. Это связано как с неудачными схемами реконструкции, качеством работ, так и с неэффективными дешевыми материалами и решениями, использованными при реконструкции. Недавно были приняты изменения в законодательство, касающиеся капитального ремонта зданий, которые предполагают софинансирование этих работ собственниками жилых помещений. Кроме того, Минстроем РФ и Правительством г. Москвы практически подготовлен комплект документации по реконструкции жилых зданий старой постройки. Хочется надеяться, что контроль со стороны ТСЖ сможет изменить ситуацию в лучшую сторону, а при реконструкции и капитальном ремонте зданий будут использоваться новые энергосберегающие материалы и конструкции, в том числе - и разработанные авторами в НИИ строительной физики.

## 2. ЭЛЕМЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИЯ АКТИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

После разработки первых конструкций с использованием некоторых технологий активного энергосбережения, энергетическая эффективность которых была доказана в статьях [3-5], необходимо продолжить исследования в направлении максимального использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, инновационных систем вентиляции и отопления, а также других инженерных систем, обеспечивающих повышенный уровень комфортности помещений и эффективности и удобства эксплуатации. При внедрении в практику строительства этих инновационных энергоэффективных вентилируемых ограждающих, светопрозрачных конструкций можно обеспечить:

- повышение уровня комфортности помещений с регулировкой защиты от внешних воздействий и теплохладоаккумуляцией энергии приточного воздуха в любых условиях внешней среды в зимний, летний и переходный период;
- использование фотоэлектрических панелей, солнечной и ветровой энергии (в том числе, - разрабатываемых приточных и вытяжных ветровых вентиляционных эжекторных дефлекторов повышенной энергоэффективности);
- сокращение отопительного периода в большинстве климатических районах страны за счет эффективного использования выходящего из помещений теплового потока и тепла вентиляционных выбросов.

Необходимо активизировать использование в новом строительстве, при реконструкции и капитальном ремонте зданий различного назначения и других элементов и технологий активного энергосбережения. К ним можно отнести [2]:

- автоматически регулирующую вытяжную вентиляцию с механическим побуждением и естественным притоком через вентиляционные клапаны в окнах или в наружных ограждающих конструкциях;
- теплонасосные системы теплоснабжения (отопления и горячего водоснабжения);
- системы, рекупирующие и утилизирующие теплоту вентиляционных выбросов и канализационных стоков;
- эффективные отопительные приборы с регулируемой теплоотдачей;
- системы автоматизированного учета потребления энергоресурсов и управления микроклиматом, обеспечивающих экономию энергии и снижение пиковых электрических нагрузок;
- системы, использующие солнечную, ветровую, геотермальную энергию и др.;
- системы аккумулирования тепла и холода, в основном вентиляционного воздуха, с использованием материалов с возможностью фазовых переходов;
- механические приточно-вытяжные системы вентиляции с рекуперацией и утилизацией теплоты и влаги вентиляционных выбросов;
- наружные ограждения с рекуперацией тепла, в том числе энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции с активной рекуперацией выходящего теплового потока и выходящей влаги.

Сегодня имеются все принципиальные технические решения, с помощью которых возможно эффективно решить многие проблемы, возникающие на этом пути. Более того, 2 мая 2015 г. компания TESLA анонсировала выпуск компактных и эффективных аккумуляторов Power Wall (10 кВт час) и Power Rack (100 кВт час), которые помогут решить вопросы сохранения солнечной и ветровой энергии, в том числе, и в автономных зданиях, расположенных в местностях, где нет централизованных источников энергоснабжения (рис. 1).



Рис. 1. Компактный аккумулятор Tesla Power Wall

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

НИИ строительной физики планирует в ближайшее время провести исследование в области перспективных ограждающих конструкций и инженерных систем с применением технологий активного энергосбережения при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий различного назначения в регионах РФ. Авторы приглашают заинтересованных специалистов к сотрудничеству в этой необычайно актуальной области.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ахмяров Т.А., Беляев В.С., Спиридонов А.В., Шубин И.Л., Система активного энергосбережения с рекуперацией тепла, Энергосбережение 2013, № 4, с. 36-46.
- [2] Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л., Принципы проектирования и оценки наружных ограждающих конструкций с использованием современных технологий «активного» энергосбережения и рекуперации теплового потока, Жилищное строительство 2014, № 6, с. 8-13.
- [3] Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л., Энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции с активной рекуперацией выходящего теплового потока, Жилищное строительство 2014, № 10, с. 38-42.
- [4] Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л., Энергоэффективные вентилируемые светопрозрачные ограждающие конструкции, Энергосбережение 2014, № 8, с. 62-65.
- [5] Ахмяров Т.А., Лобанов В.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л., Эффективность вентилируемых ограждающих и светопрозрачных конструкций с активной рекуперацией выходящего теплового потока, Жилищное строительство 2015, № 3.
- [6] Шубин И.Л., Спиридонов А.В., Проблемы энергосбережения в российской строительной отрасли, Энергосбережение 2013, № 1, с. 15-21.
- [7] Терентьев Д.М., Повышение энергоэффективности зданий, строений и сооружений. Задачи Минстроя России, Энергосбережение 2015, № 3, с. 18-21.

## PROSPECTS OF APPLICATION OF TECHNOLOGIES AND SYSTEMS OF ACTIVE ENERGY SAVING, THE POWER EFFECTIVE VENTILATED ENVELOPES AND FENESTRATION AT CONSTRUCTION, RECONSTRUCTION AND CAPITAL REPAIRS OF RESIDENTIAL AND COMMERCIAL BUILDINGS

Results, advantages and intermediate conclusions on the newest theoretical and pilot studies of the new principles of increase of comfort of a microclimate and energy efficiency of the envelopes and fenestration of buildings and constructions of different function with the minimum energy consumption are given. It is shown that for the energy efficient ventilated envelopes (EEVE) it is possible to increase energy efficiency several times of the envelopes and fenestration which are rather existing modern and existing rules. Application of EEVE will allow to provide almost full recovery of a thermal stream and moisture, including fenestration that opens new prospects for construction and reconstruction of buildings (constructions, greenhouses) with big percent of a glazing).

**Keywords:** energy efficient ventilated fenestration and facade, system of active energy saving, recovery of transmission and radiation heat and moisture