

Оптимизация систем ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Современные тенденции повышения энергоэффективности в строительной индустрии все в большей степени определяют подход к проработке проектных решений инженерных систем. На данном этапе очень важно правильно определить и выбрать концепцию наиболее эффективной системы. Компания Carrier поделилась своим опытом по оценке эффективности и оптимизации систем холодоснабжения зданий.

Текст ВАЛЕНТИН ЖИЛИН, менеджер по оборудованию для системных решений для зданий AHI Carrier Fzс

Московское представительство компании AHI Carrier успешно провело технический семинар по тематике «Эко- и энергоэффективные решения в ОВиК от CARRIER». В качестве докладчиков выступали иностранные специалисты из головного офиса компании, а также сотрудники российского представительства.

В числе гостей присутствовали сотрудники ведущих проектных, инвестиционных, дилерских компаний, а также представители заказчика. Все они отметили высокую подготовку специалистов, содержательность докладов и актуальность затронутых вопросов.

В рамках семинара были рассмотрены несколько тем, посвященных повышению энергоэф-

фективности зданий, рациональному использованию «сброшеного» тепла от холодильного оборудования, преобразованию его в полезную энергию. Была представлена новинка линейки винтовых чиллеров – Carrier 23XRV («Под знаком Платинового LEEDa», «B3», № 5, 2011, С. 110 – 113). Рассмотрены актуальные показатели эффективности чиллеров и комплексный подход в оценке энергоэффективности систем холодоснабжения.

Одними из первых выступили Суман Ви Джай – менеджер по продажам в России и Дмитрий Суевалов – директор по маркетингу. Совместно они представили критерии оценки эффективности систем холодоснабжения с применением показателя энергоэффективности SPLV.



В настоящее время наиболее распространенным критерием оценки эффективности холодильных машин является показатель COP (coefficient of performance), который демонстрирует эффективность чиллера при полной нагрузке и номинальных температурах жидкости на испарителе и конденсаторе (температуры конденсации). Для разных машин числовое значение варьируется в зависимости от типа компрессора, конденсатора, расчетных температур жидкости и конденсации.

$COP = \frac{Q_{холод}}{W_{электр}}$ – отношение холодопроизводительности чиллера в киловаттах к потребляемой мощности электродвигателей в киловаттах при полной нагрузке.

По статистике, в системах кондиционирования за весь период эксплуатации холодильной машины время работы при полной нагрузке составляет около 1 – 3%. Остальное время производительность и эффективность изменяются в зависимости от входных параметров и нагрузки на здание. Необходимо отметить, что коэффициент COP не оценивает работу при частичных нагрузках чиллера.

Профильными американскими и европейскими организациями были созданы и введены несколько показателей работы при неполных нагрузках:

IPLV – Integrated Part Load Value (интегрированный показатель эффективности при частичных нагрузках),

ESEER – European Season Energy Efficiency Ratio (Европейский сезонный показатель энергоэффективности),

NPLV – Non-standard Part Load Value (показатель эффективности при частичных нагрузках при параметрах вне стандарта AHRI).

Рассмотрим алгоритм расчета IPLV:

$IPLV = 0,01A + 0,42B + 0,45C + 0,12D$, где

A = COP при 100% нагрузке,

B = COP при 75% нагрузке,

C = COP при 50% нагрузке,

D = COP при 25% нагрузке.

Формула состоит из четырех слагаемых, где первая цифра – это массовая доля работы для каждой ступени нагрузки.

При понижении наружной температуры изменяется нагрузка по холоду на здание, чиллер работает при неполной нагрузке. Температура жидкости на конденсаторе, поступающая от градирен, также зависит от температуры окружающего воздуха. Для учета этих изменений были приняты за основу ряд фиксированных усредненных значений, характеризующих изменения температуры окружающего воздуха и жидкости на конденсаторе, профиля нагрузки (рис. 1).

ТАБЛИЦА 1. СТАНДАРТ AHRI 550/590

Весовые коэффициенты неполной нагрузки при расчете IPLV				
Точка	Нагрузка %	Весовой коэффициент %	Температура наружного воздуха, °C	Температура воды на конденсаторе, °C
A	100	1	35	29,4
B	75	42	27	23,9
C	50	45	18	18,3
D	25	12	13	18,3

Недостатком в расчете IPLV является то, что он имеет ряд предопределенных параметров,

Конференция «Эко- и энергоэффективные решения в ОВиК от CARRIER»

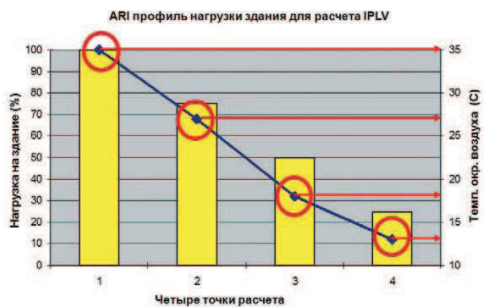


Рис. 1. Данный профиль используется при расчете IPLV для всех типов зданий



Рис. 2. Количество чиллеров в хладоцентрах: в 85% случаев установлено несколько чиллеров

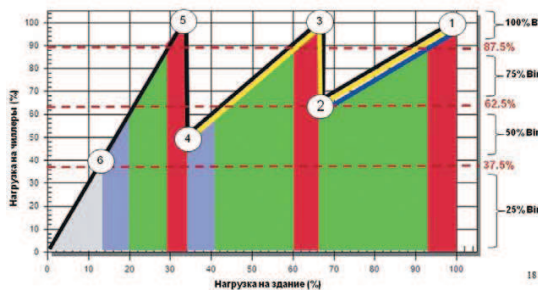
которые не учитывают особенности конкретного проекта. Так например, расчет справедлив только для одного чиллера в системе, не учитывает погодные условия в месте расположения объекта, конфигурацию чиллеров, изменения температуры жидкости конденсатора в зависимости от наружных температур, используется усредненный профиль нагрузки. Исходя из этого, можно сказать, что полученное значение IPLV для каждого индивидуального проекта будет неточно отражать реальную картину.

Чтобы максимально приблизить расчетные данные к реальным условиям, необходимо учитывать влияющие на него важные составляющие:

- актуальные климатические данные месторасположения проекта;
- действительный профиль нагрузки, количество часов работы;
- количество чиллеров и алгоритм их регулирования;
- работу экономайзера (наличие системы фрикулинга);
- потребляемую мощность насосов/градирен.

Все эти аспекты принимаются во внимание при

Рис. 3. Чиллер 1 (черный), Чиллер 2 (желтый), Чиллер 3 (синий)



оценке энергоэффективности с использованием показателя SPLV.

Технология расчета SPLV принципиально не отличается от IPLV. Основное различие состоит в подходе к моделированию профиля нагрузки на чиллеры – с учетом индивидуальных проектных данных, вместо принятия усредненных, как в случае с IPLV.

Статистические исследования показывают, что большинство холодильных центров базируются на двух и более машинах, и лишь в 14% проектов – на одной. Таким образом, расчет целесообразно вести с учетом количества чиллеров и алгоритма их регулирования с изменением нагрузки на здание.

Рассмотрим на примере (рис. 3) существующего проекта работу в реальных условиях трех чиллеров по 1400 кВт на общую нагрузку, принимая во внимание действительный профиль нагрузки, местные погодные условия и актуальные температуры воды на конденсаторе.

При максимальной нагрузке все три чиллера работают одновременно (1), при снижении нагрузки холодильные машины синхронно разгружаются до точки (2) отключения чиллера 3. Затем оба чиллера выходят на 100% загрузку (3) и постепенно разгружаются до точки (4) отключения чиллера 2. При минимальной нагрузке потребность в холоде обеспечивает чиллер 1, разгружаясь до необходимой производительности (5, 6). Для упрощения расчетов диапазон нагрузок делится на четыре составляющих: 100% BIN (пакет) – это количество часов работы чиллеров в диапазоне нагрузок 87,5 – 100%; 75% BIN – для диапазона 62,5 – 87,5%; 50% BIN – для диапазона 37,5 – 62,5% и 25% BIN – для диапазона 0 – 37,5% соответственно (рис. 3).

Итоговые результаты расчета показали, что наибольшее количество времени (49%) чиллеры работают в диапазоне нагрузок 62,5–87,5% (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. РАСЧЕТ SPLV

BIN	Нагрузка ХМ	Весовой коэффициент	Температура воды
100%	87,5 – 100%	38%	21,4°С
75%	62,5 – 87,5%	49%	20,9°С
50%	37,5 – 62,5%	13%	17,7°С
25%	0 – 37,5%	0%	

Сравнивая полученные значения, наглядно видно, что весовые значения нагрузок IPLV и SPLV существенно отличаются. Температурный график воды на конденсаторе не актуален для региона, где расположен объект. Как уже упоминалось, IPLV не может гарантировать точных расчетов по индивидуальным данным проекта. Полученный результат будет, скорее всего, похож на некий усредненный показатель, не отражающий действительности.

SPLV – это индивидуальное для проекта числовое значение для представления средних показателей эффективности при частичных нагрузках чиллера, учитывающее комплекс критериев системы, значение которого максимально приближено к реальности

КАК РАСЧИТЫВАТЬ SPLV?

Концепция SPLV изначально рассматривает большое количество исходных данных с подробным описанием проектируемой системы. Точность расчета в каждом конкретном случае зависит от объема предоставленных данных. Необходимо знать почасовой профиль нагрузки, количество и типы чиллеров, погодные условия в месте размещения и пр. При таком количестве переменных необходимо обращаться к компьютерным программам, существенно ускоряющим процесс расчета (рис. 4, 5).

На сегодняшний день компания Carrier предлагает мощным приложением CSO (Chiller System Optimizer) для расчета и сравнения эффективности гидравлических систем холодоснабжения. База данных программы содержит климатические параметры более 500 городов по всему миру, в том числе российских. Данные постоянно дополняются, позволяя расширить диапазон применения. При вводе параметров могут быть выбраны различные предустановленные профили нагрузок и типы зданий по функциональности, или можно вручную задать нагрузку по часам.

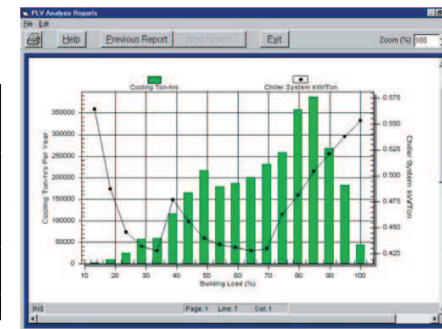


Рис. 4. Аналитический отчет PLV

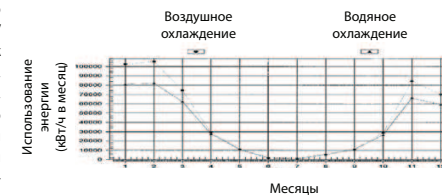


Рис. 5. Использование электрической энергии по месяцам. Входные данные

Различные конфигурации холодильных машин (водяное, воздушное охлаждение), тип градирен (сухие, мокрые), наличие встроенного или внешнего фрикулинга и др. – все эти аспекты оговариваются в программе.

Кроме расчета SPLV, программа способна создавать различные отчеты экономических показателей системы. Например, зная стоимость киловатта электроэнергии, можно предварительно оценить затраты заказчика на нее в процессе эксплуатации оборудования за любой период. Не составит труда просчитать полную стоимость электроэнергии на протяжении всего срока работы оборудования с учетом затрат на эксплуатацию. Это позволит сравнивать и выбирать наиболее экономически выгодные решения еще на этапе предпроектной проработки. Отчеты программы удобно использовать на переговорах для наглядного представления преимуществ и недостатков рассматриваемых систем.

Как показывает опыт использования, программа CSO является удобным инструментом для сравнения вариантов систем по эффективности на частичных нагрузках с помощью показателя SPLV, незаменима при составлении суммарных технико-экономических расчетов системы, результатами которых могут быть заинтересованы как конечные заказчики, так и консалтинговые компании.

Сотрудники представительства АНН Carrier располагают соответствующей квалификацией по подготовке сравнительного анализа и готовы оказать содействие в выборе концепции системы кондиционирования для широкого спектра проектов. ■

город – Оранж, Австралия, график на весь день: рабочие дни, суббота, воскресенье

Нагрузки
пиковая нагрузка на здание – 1680 кВт при +36,4°С, пиковая нагрузка на здание №2 – 0 кВт при +10,0°С, экономия на открытом воздухе – нет

Анализ параметров
тип анализа: мощность + стоимость, включая энергию для насоса – да, включая энергию для градирен – да

Система чиллеров
(А) воздушное охлаждение (В) водяное охлаждение

Экономика
жизненный цикл – 25 лет, минимальный уровень доходности – 15%, электрическая энергия – 0,080\$/кВт·ч, энергопотребление – 0,005/кВт пар 10 000\$/MMBTU



AIR CONDITIONING & HEATING INTERNATIONAL
Kievskaya str, 7, 113093, MOSCOW, RUSSIA
Tel.: +7 (495) 937-42-41, Fax: +7 (495) 937-18-90
E-mail: ahi@ahi-carrier.ru

middle barrette part to move. Thereby all load applied to the upper level pass to the lateral surface. Dividing a value of load applied on the area of lateral surface of the middle part of barrette it is possible to obtain a value of friction over the lateral surface. Dependence of value of friction over the lateral surface on the movement of the middle part of barrette 51 - 53 is given on the fig. 22.

Data of diagram of mobilization of specific friction over the lateral surface demonstrates that when a movement is 10-20 mm, resistance of lateral surface dramatically increases till 160-290 kPa, and when displacements are 20-70 mm, resistance increases considerable less - at 10-25%. It is known thanks to the published data that when the value of resistance over lateral pile surface achieves the maximum value, in clay soil it can decrease at 10-30% till the rest level. In the proceeding case such effect wasn't observed. From the practical point of view, it evidences that calculation of barrette in foundation can be made without additional reducing coefficients and value of resistance over lateral surface can assumed as close to the maximum measured data. In addition, the obtained data demonstrates that tested barrettes can be applied as working without any additional reducing coefficients.

Calculating a bearing capacity of piles in analogous engineering-geological conditions with a comparable or longer length of placement a limiting value of normative resistance under abut can be assumed equal to 6000 kPa. Limiting normative resistance over the lateral surface can be assumed 250 kPa.

Information about force distribution in the body of barrette along the depth is of interest too. To determine forces acting along barrette, an interpretation of deformation sensor data set in several sections was made. In spite of that vibrating wire transducers are characterized by improved reliability, it is reasonable to indicate their quantity with reserve taking into account that a part of them can be damaged in unfavorable conditions of building site. For measuring a relative deformation 7 levels of sensors along the depth were installed in every barrette and 6 sensors for every level. Relative deformation was determined by averaging data from on-line sensors.

An effort, acting in cross-section, was determined by Hooke's law: $\sigma = \epsilon \times E$, where ϵ is tension acting in cross-section, E is relative deformation in cross-section and E is module of concrete deformation. Module of concrete deformation can be assumed in accordance with tables of normative documents in force for reinforced concrete structures (SNIP 52-01-2003) or by the data obtained during tests. As the equation of Hooke's law demonstrates, a critical mode for analysis of force distribution. Concrete deformation module determined within tests amounts 35.1-38.1 GPa and almost coincides with the accepted by SNIP 52-01-2003 module

of deformation of concrete of the class B40 and equal 36 GPa.

Measurements results of forces acting along the barrette body during the test of the bottom load level are presented on the fig. 23, results from the test of the upper level are on the fig. 24. Along the vertical axis the absolute altitude is marked, along the horizontal axis there is an effort value in the cross-section of barrette.

The data from the diagram of loading the bottom level demonstrate that almost all bottom level load is borne by the lateral surface in the interval of marks from -40 to -74.8 m, and under the abut too. Solid and almost undeformable Vendian clays bear the most part of the applied load.

When the upper level of jacks is loaded, there is a dramatic decay of efforts in solid layers of ground on the marks from -40 to -74.8. When the load increases, it redistributes along the pile body and relative soft ground is involved in work on the marks from +3 to -40.

On the base of realized tests the following conclusions can be drawn:

The realized tests confirm the technical possibility of qualitative fabrication of barrette with cross section 1.5 x 3.0 m and working length of 65 m by a technology "wall in ground" in complicated soil conditions of Sankt-Petersburg. The high quality was achieved thanks to application of special technologies and methods. Results of geotechnical monitoring demonstrated that in designing structures erected by the technology "wall in ground" it is necessary to take into account changes of mode of deformation of surrounding soil mass in a zone of influence which can amounts 5.5 m during building in analogous soil conditions for the similar constructions of barrette.

Realizing tests for very deep foundations it is better to apply a method of deepened jack (Osterberg's method) which permits to use a proper body of pile as anchor construction and separately determine resistance over lateral surface and abut. And it is recommended to put two load levels in the pile (the first level is near pile abut, the second level in the middle of the main bearing layer), and to obtain full information about force distribution in pile body along the depth it is better to put sensors of relative concrete deformation in its body.

Values of mechanical soil characteristics presented in reports of laboratory engineering-geological tests are underestimated due to impartial difficulties in trial selection and samples preparation because of disturbance of natural soil state, scale factor influence, etc. and it is confirmed by results obtained in field conditions.

Thereby, we can make conclusion that test data demonstrated that Vendian clay has a high bearing capacity both over lateral surface and abut. Values of resistance over lateral surface and abut obtained in tests exceed maximal design values recommended by SNIP in 2.4 and 1.6 times correspond-

dently. It is recommended to apply resistance values for lateral surface and abut given in the article for preliminary calculations of bearing capacity of piles and barrettes in similar soil conditions.

In calculations of tower foundation, obtained resistance results for lateral surface and abut are should be applied as control values. It is necessary to compare design values with experimental on every stage of calculation taking into account ground deformation of soil massif and in case of need to correct design calculations by increasing or decreasing parameters of ground model.

Authors thank the close corporation "Public and Business Centre 'Ohta'", Bovis, LoadTest, Soletanche-Bachy for collaboration, help and participation in tests.

V.P. PETRUHIN - D. Techn. Sciences., professor, Honoured Scientist of RF, laureate of State Prize of USSR, member of presidium ROMGGIF, director of N.M. Gersevanov Scientific and Research Institute for Foundations and Underground Structures (NIOSP), Moscow. The main directions of scientific activity are underground constructions, building in special soil conditions, structure investigation and geomonitoring. Author of more than 180 published papers.

O.A. SHULIATIEV - Ph.D. Techn. Sciences, member of presidium ROMGGIF, deputy director of NIOSP. The main directions of scientific activity are solution of geological problems during development of underground space of cities and foundation design in complicated soil conditions. Author of more than 65 published papers, including 15 inventions.

I.A. BOKOV - engineer, junior researcher of NIOSP. The main directions of scientific activity are numerical calculations of soil massifs and underground constructions. Author of 9 published papers.

S.O. SHULIATIEV - engineer of NIOSP. The main directions of scientific activity are numerical calculations of bases, foundations and underground constructions, joint calculations of three-component system "base-foundation-construction". Author of 7 published papers. ■

ENERGY EFFICIENCY Cooling Systems Optimization

(p.108)

TEXT BY VALENTIN ZHILIN, EQUIPMENT MANAGER FOR BUILDING SYSTEM DECISIONS AHI CARRIER PZC

Modern trends to increase energy efficiency in the building industry more fre-

quently pre-determine an approach to elaboration of design decisions for engineering systems. It is very important to correctly determine and choose a concept of more efficient system on this stage. The company Carrier shared its experience of efficiency estimation and cooling system optimization for buildings.

The Moscow office of the company AHI Carrier organized a technical seminar "Eco and energy efficient solutions in HVAC from CARRIER." As speakers there were foreign specialists from the main office of the company and workers of the Russian office too.

Among guesses there were workers from leading design bureaus, investment and dealer companies and customer's representatives too. All noted the high grounding of specialists, richness of reports content and topicality of issues touched upon.

Some topics of the seminar were dedicated to building energy efficient increasing, reasonable usage of waste heat from cooling equipment and transformation into useful energy. A new product from the screw chiller line Carrier 23XRV ("Under the sign of the platinum LEED", "TB" No 5, 2011, P. 110 - 113) was presented. Actual indexes of chiller efficiency and complex approach for energy efficiency estimation of cooling system were considered.

Sumanth V.G., a sale manager in Russia, and Dmitry Suevalov, a marketing director, were among first speakers. Jointly they presented estimation criteria for cooling system efficiency applying energy efficiency indexes SPLV.

Currently the most popular estimation criterion for cooling machine efficiency is an index COP (coefficient of performance) which demonstrates efficiency of chillers under full load and nominal temperature of liquid on evaporator and condenser (condensation temperatures). For several machines a value varies in dependence of type of compressor, condenser, design temperature of liquid and condensation.

$COP = Q_{cool} / W_{comp}$ - a ratio of a refrigeration capacity of chillers in kilowatts to an electric motor power consumption in kilowatts under full load.

In accordance with the statistic data, a working time at full loading is about 1-3% of all the operation period of cooling machine. The rest time an operation and efficiency change in dependence of input parameters and load of a building. It is necessary to mention that the coefficient COP doesn't estimate a work under part loads of chillers.

Profile American and European organizations created and introduced some operational indexes for part loads: IPLV - Integrated Part Load Value, ESEER - European Season Energy Efficiency Ratio,

NPLV - Non-standard Part Load Value.

Let's examine the calculation algorithm IPLV:

$IPLV = 0,01A + 0,42B + 0,45C + 0,12D$, where

A = COP under 100% load,
B = COP under 75% load,
C = COP under 50% load,
D = COP under 25% load.

The equation has four summands, where the first figure is a mass concentration of work for every increment of load.

When an external temperature decreases a cooling load on building changes and chiller operates under a part load. A liquid temperature on condenser, coming from cooling stack, depends on an environmental temperature too. To take into account these changes, a number of specified averaged values were accepted which characterize temperature changes of environmental air and liquid on condenser, load profile (figure 1).

A disadvantage of the calculation IPLV is that it has several specified parameters which don't consider peculiarities of a particular project. For example, the calculation is only valid for one chiller in a system; doesn't consider working conditions in a place where an object is situated, chiller configuration, condenser liquid temperature changes in dependence of external temperatures. An averaged load profile is applied. On the basis of it we can say that obtained values of IPLV for every particular project will incorrectly reflect a real situation.

To maximally approximate a calculation to reality, it is necessary to take into account important components which affect it:

- current climatic data of a project place;
- real profile of load, quantity of operation time;
- quantity of chillers and algorithm of their regulation;
- economizer operation (free-cooling system availability);
- pump/cooling stack power consumption.

All these aspects are taken into account during an estimation of energy efficiency with SPLV application.

A calculation technology of the SPLV doesn't differ from the IPLV in the main. The main difference is an approach of load profile modelling for chillers taking into consideration individual design data instead of averaged data like in the IPLV.

Statistic investigations demonstrate that the main refrigeration centers are based on two and more machines and only 14 % of projects have one machine. Thereby, it is reasonable during a calculation to take into consideration a quantity of chillers and an algorithm of their adjustment with load changes of building.

On an example of the existing project we will examine an operation of three chillers at 1400 kW on the total load in real conditions taking into account a real profile of load, local weather conditions, and actual water temperature on condenser.

TABLE 1. STANDARD AHRI 550/590

Weight coefficients of part load for IPLV calculation				
Point	Load %	Weight coefficient %	Temperature of environmental air, °C	Liquid temperature on condenser, °C
A	100	1	35	29.4
B	75	42	27	23.9
C	50	45	18	18.3
D	25	12	13	18.3

TABLE 2. CALCULATION SPLV

BIN	Load XM	Weight coefficient	Water temperature
100%	87.5 - 100%	38%	21.4°C
75%	62.5 - 87.5%	49%	20.9°C
50%	37.5 - 62.5%	13%	17.7°C
25%	0 - 37.5%	0%	

At the maximum load three chillers operate simultaneously (1), when cooling machine loads decrease, machines get unloaded simultaneously till the point (2) of disconnection of the chiller 3. Then both chillers become 100% loaded (3) and slowly get unloaded till the point (4) of disconnection of the chiller 2. When a load is minimum, chiller 1 supplies cool unloading till a necessary capacity (5, 6). For simplification of calculations a load range is divided in four parts: 100% BIN (package) is a number of chiller operation hours in a load range of 87.5-100%; 75% BIN is for a range of 62.5 - 87.5%; 50% BIN is for a range 37.5 - 62.5% and 25% BIN is for a range 0-37.5% correspondingly (fig. 3).

Final calculation results demonstrate that the main time (49%) chillers operate in the range of 62.5-87.5% (table 2).

By comparing the obtained values, it is evident that weight values of IPLV and SPLV loads are considerably different. A condenser water temperature diagram isn't actual for a region where the object is situated. As we mentioned, IPLV can't guarantee an exact calculation for individual data of project. Obtained results will present some averaged factor and not reflect a reality.

SPLV is an individual value for a project and presents averaged indexes of efficiency under part loads of chiller, which takes into account a complex of system criteria and its value maximally reflects the reality.

How to calculate SPLV? A concept of the SPLV considers a big number of input data with a detail description of a system under development. In every case calculation accuracy depends on a volume of given data. It is necessary to know a load profile by the hour, quantity and types of chillers, weather conditions in a place of installation, etc. Having such number of variables, it is necessary to resort to computer programs

which considerably accelerate a calculation process (fig. 4, 5). Today the company Carrier has a powerful application CSO (Chiller System Optimizer) for calculation and comparison of efficiency of hydraulic cooling systems. A database of the program has climatic parameters of more than 500 cities around the world including Russian. Data are always complemented and it permits to expand an application range. Setting parameters, it is possible to choose several preset load profiles and functional types of buildings, or set a load by the hour manually. Several configurations of cooling machines (water, air cooling), type of water-cooling towers (dry, wet), availability of built or external free-cooling, etc. - all these aspects are provided by a program.

Besides the SPLV calculation, the program can create economic indexes reports of system. For example, having an electricity kilowatt cost it is possible to preliminary estimate customer's costs during the equipment operation for any period. It is easy to calculate full electricity costs during all period of equipment operation taking into account operating costs. It permits to compare and choose more economically sound decisions on the stage of preconstruction examination. Program reports are convenient for pictorial presentation of advantages and disadvantages of a system under review in negotiations.

As an application experience demonstrates, the program CSO is a convenient tool to compare types of systems by efficiency under part loads applying the index SPLV, it is irreplaceable for total technical and economic calculation of system, and results may be interesting both for final client and consulting companies.

Representatives of the office AHI Carrier have correspondent qualification for comparative analysis and are ready to help to choose a concept of conditioning system for large range of projects. ■



Founder
Skyline media, Ltd
featuring Gorproject CJSC
and
Vysotproject CJSC

Consultants:
Sergey Lakhman
Nadezhda Burkova
Yuri Sofronov
Petr Kryukov
Tatiana Pechenaya
Svyatoslav Dotsenko
Igor Kleshko
Elena Zaitseva
Alexander Borisov

General Director
Sergey Lakhman

Editor-in-Chief
Tatiana Nikulina

Executive Director
Sergey Sheleshnev

Translated by
Irina Amirejibi

Corrector of press
Alla Shugaykina

Design
Anton Izhbarayev
Contributions made by:
Marianna Maevskaya,
Nina Nasonova,
Alexey Lyubimkin

Advertising department
Tel/Fax: 545-2497

Distribution Department
Svetlana Bogomolova
Vladimir Nikonov
Tel./Fax: 545-2497

The address
15/28, Naberezhnaya Akademika
Tupoleva,
Moscow, Russia 105005
Tel./Fax: 545-2495/96/97
www.tallbuildings.ru
E-mail: info@tallbuildings.ru

All materials contained this issue are protected by Russian copyright law and may not be published without the prior publisher's permission and reference to it. Publisher is not liable for matters beyond its reasonable control.

Tall Buildings Magazine is registered in the Russian Federal Surveillance Service for Compliance with the Law in Mass Communication and Cultural Heritage

Protection Registration No ФЦ77-2912 as of October 6, 2008.

The magazine is printed in the OJSC Moskovskaya Tipografiya No. 13
Open price Circulation: 5000