

СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ

УДК 621.542.001

Д.Г. СУВОРОВ

ИНДИКАТОРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОРШНЕВОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Для оценки способности пневматической машины преобразовывать энергию сжатого воздуха в механическую работу предлагается использовать коэффициент полезного действия (КПД), подсчитанный по экспериментальной индикаторной диаграмме рабочего процесса. Отмечена ошибочность методов определения КПД пневматических машин с привлечением термодинамических процессов несуществующего термодинамического цикла.

Ключевые слова: пневматическая машина, техническая термодинамика, процессы, коэффициент полезного действия.

Пневматические машины при сравнительно простой механической системе с небольшим числом кинематических звеньев и пар имеют сложные устройства для преобразования и передачи энергии сжатого воздуха; управления и регулировки его потоками [1]. В общем случае КПД является безразмерной величиной, характеризующей степень совершенства какого-либо технического устройства в отношении осуществления в нем процессов передачи энергии или ее преобразования из одной формы в другую, и определяется отношением полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученному системой за время кинематического или термодинамического цикла. Под кинематическим циклом механизма понимается последовательность перемещения звеньев механизма за один период изменения его обобщенной координаты. Термодинамические процессы, образующие замкнутый контур, составляют термодинамический цикл, подчеркнем, что КПД является цикловым коэффициентом и подсчитывается за время цикла.

Необходимость подсчета составляющих КПД за время цикла вошло в определение его как циклового коэффициента. Механический КПД η , как и безразмерный коэффициент потерь ψ , входит в безразмерное уравнение энергетического баланса:

$$\eta + \psi = 1, \quad (1)$$

где η — отношение абсолютной величины полезной работы сил и моментов производственных сопротивлений к работе движущих сил за цикл установившегося движения

$$\eta = (A_{nc})_{\text{ц}} / (A_{\text{д}})_{\text{ц}}; \quad (2)$$

ψ — отношение работы сил трения и сопротивления внешней среды механизма к работе движущих сил за цикл работы¹

¹ Гавриленко В.А. Теория механизмов. М.: Выш. шк., 1973. 510 с.

$$\psi = (A_{\text{т}})_{\text{ц}} / (A_{\text{д}})_{\text{ц}}. \quad (3)$$

Определение термического КПД тепловой машины связано с понятием термодинамического цикла.

КПД теплового двигателя может быть вычислен по формулам:

$$\eta = (Q_1 - Q_2) / Q_1 \quad (4)$$

или

$$\eta = 1 - (T_2 / T_1), \quad (5)$$

где Q_1 и T_1 — количество теплоты, полученное от верхнего источника теплоты в процессе расширения, и его температура;

Q_2 и T_2 — количество теплоты, отданное нижнему источнику теплоты в процессе сжатия, и его температура.

Здесь $(Q_1 - Q_2)$ — полезное тепло, переведенное в работу, а термодинамические процессы являются замкнутыми, образующими цикл. Классическим циклом с наибольшей величиной КПД называется предложенный в 1824 г. цикл Сади Карно, состоящий из двух изотерм и двух адиабат. Более сложно решается задача определения КПД пневматических машин, в рабочих полостях и камерах которых происходят термодинамические процессы.

Анализ методов определения КПД, изложенных в работах [2–4], показывает, что авторы при вычислении допускают одну и ту же ошибку, принимая, что термодинамические процессы в поршневых пневматических машинах образуют замкнутый цикл. Двигатели пневматических машин работают на энергоносителе — сжатом воздухе компрессора, и замкнутый термодинамический цикл имеет место только в системе компрессор — двигатель (поршневая машина). Необоснованность подхода к определению КПД пневматической машины в работе [2] отмечена в докладе².

В работе [4], опубликованной в 2010 г., авторы следующим образом трактуют КПД цикла Карно: «Закон Карно для КПД системы с обратимым процессом при $d\theta / \theta = \text{const}$ относится к тепловым машинам, в которых теплота (температура) — первичное условие для последующих переходов к давлению (Клайперон [Клапейрон!]) и механической работе расширения системы (воздуха). КПД по Карно выражается зависимостью

$$\eta = (\theta_2 - \theta_1) / \theta_2, \quad (1^*)$$

где θ_2 и θ_1 — температуры начальная и конечная ($\theta_2 > \theta_1$)».

Прокомментировать вышеизложенное с позиции технической термодинамики сложно. КПД цикла Карно определен по зависимости (4) и там же дано классическое определение циклу Карно. Зависимость (1^{*}) к циклу Карно никакого отношения не имеет. Фраза со ссылкой на Клапейрона о том, что «теплота (температура) тепловой машины — первичное условие для последующих переходов к давлению и механической работе расширения системы (воздуха)» не имеет физического содержания. При преобразовании энергии сжатого воздуха в механическую работу «переходов» в изложении авторов не существует. Далее, по неизвестному науке принципу: «В современной науке и технике закон о КПД трансформирует

² Суворов Д.Г. К исследованию термодинамических процессов расширительных двигателей пневматических машин ударного действия // Труды конференции с участием иностранных ученых «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды». Т. 2: Машиноведение. Новосибирск: ИГД СО РАН, 2007. С. 80–86.

ется с последующей адаптацией к конкретной науке» — из соотношения (1*) авторами для определения КПД пневматической машины, вероятно, «трансформируется» формула

$$\eta_p = (p_2 - p_1) / p_2, \quad (3*)$$

где p_2 и p_1 — давление воздуха в начале и конце процесса расширения ($p_2 > p_1$), именуемая в дальнейшем «бародинамическим коэффициентом полезного действия».

Основанием для такого преобразования явилось необоснованное утверждение авторов о том, что для «ПУМ (пневматической ударной машины) основополагающим является давление воздуха», а температура рабочего тела является следствием изменения давления.

Давление рабочего тела для ПУМ не является основополагающим. Из технической термодинамики³ известно, что термодинамическими параметрами состояния тела являются абсолютная температура T , абсолютное давление p и плотность тела ρ . Одним из важнейших параметров является абсолютная температура, которая характеризует тепловое состояние тела. Все параметры состояния равноправны и связаны между собой соотношением в виде уравнения состояния

$$F(p, v, T) = 0.$$

Предложенная зависимость (3*) названа «бародинамическим КПД»? Зависимости (1*) и (3*) не являются КПД, так как ни к процессам преобразования, ни к процессам передачи энергии никакого отношения не имеют и не могут быть применены даже для предварительной оценки «представительных (по определению авторов) пневмоударных машин».

Целью предлагаемого исследования является разработка методики определения механического КПД пневматической машины по экспериментальным, расчетным индикаторным диаграммам тепломеханических систем (ТМС) машины. Индикаторные диаграммы, в отличие от диаграмм pv , где p — давление, Па, v — объем, м³, выполняются с реальным объемом сжатого воздуха, переменным во времени, что дает возможность определить механическую работу. Так как функциональную основу и структуру машины составляют ТМС, логично определять КПД с учетом механических работ, выполняемых в них.

По определению ТМС есть «совокупность твердых и термодинамических тел, в которой имеет место комплекс тепловых процессов и механических движений» [1], т. е. содержит твердые тела, совершающие механические движения, и термодинамические (газообразные) тела, выполняющие тепловые процессы.

Условно механическая часть в форме кинематического жесткого контура с подвижными звенями (цилиндры и поршни силовых пневматических двигателей, рабочий инструмент и пр.) представлена рис. 1. Здесь же отмечено расположение в механизмах рабочих полостей, в которых происходят термодинамические процессы, и ссылка на которые будет производиться ниже.

Термодинамические процессы газообразных тел для рабочего хода поршня машины показаны на рис. 2 в форме индикаторных диаграмм, по-

³ Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндин А.Е. Техническая термодинамика. 3-е изд. М.: Наука, 1979. 512 с.

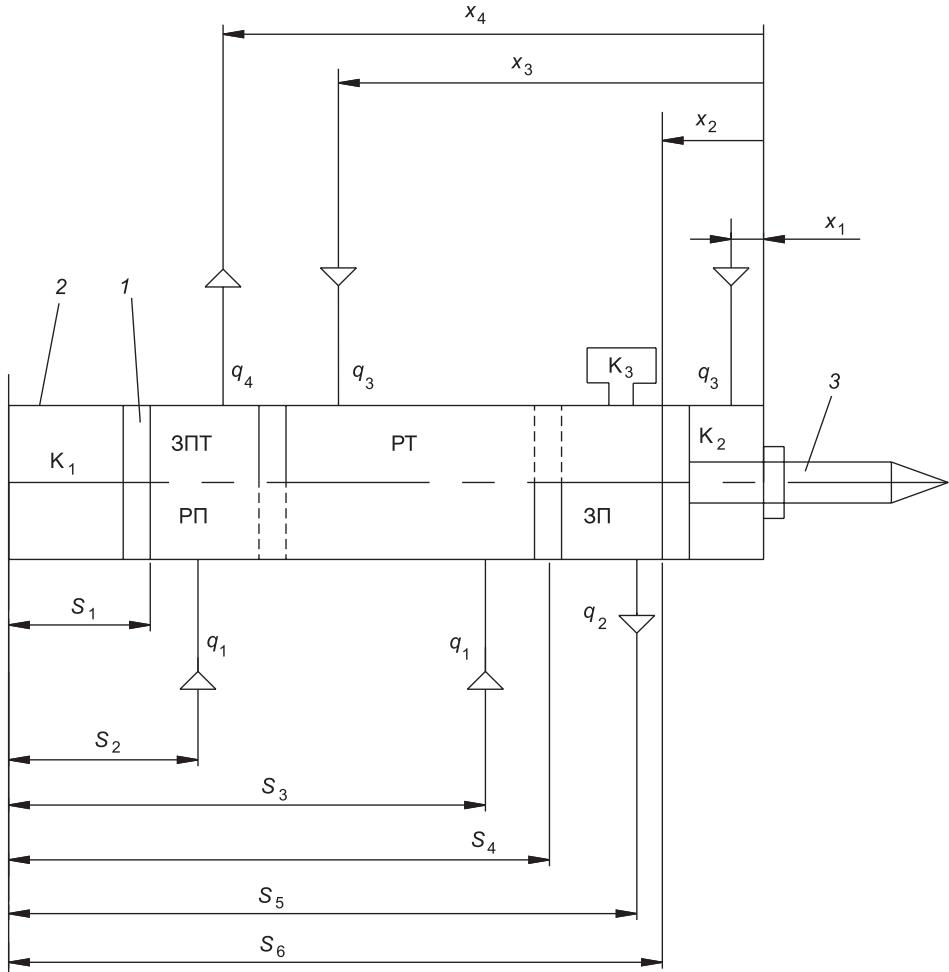


Рис. 1

лученных экспериментально для штоковой машины ТР с энергией удара в 30 Дж.

Рассмотрим более подробно тепломеханические системы машины, опираясь на рис. 1 и 2.

Принципиальная конструктивная схема ударного узла пневматической машины (см. рис. 1) включает следующие звенья: поршень 1, цилиндр 2 и условно неподвижный рабочий инструмент 3. Пространство цилиндра делится поршнем на рабочие полости и камеры K_1 и K_2 . На схеме координата перемещения центра массы поршня относительно начала цилиндра обозначена для рабочего механизма — S_i , координата перемещение поршня при обратном ходе относительно конца цилиндра — x_i . Указано также расположение впускных и выпускных каналов. Принято обозначение $q_i = 1$ при наличии потока и $\bar{q}_i = 0$ при его отсутствии в канале.

Уточним понятия полости и камеры для поршневого расширительного двигателя. Определим полость как часть пространства цилиндра переменного объема с одной или с двумя подвижными торцевыми цилиндрическими стенками поршня, цилиндра, в которой происходит термодинамический

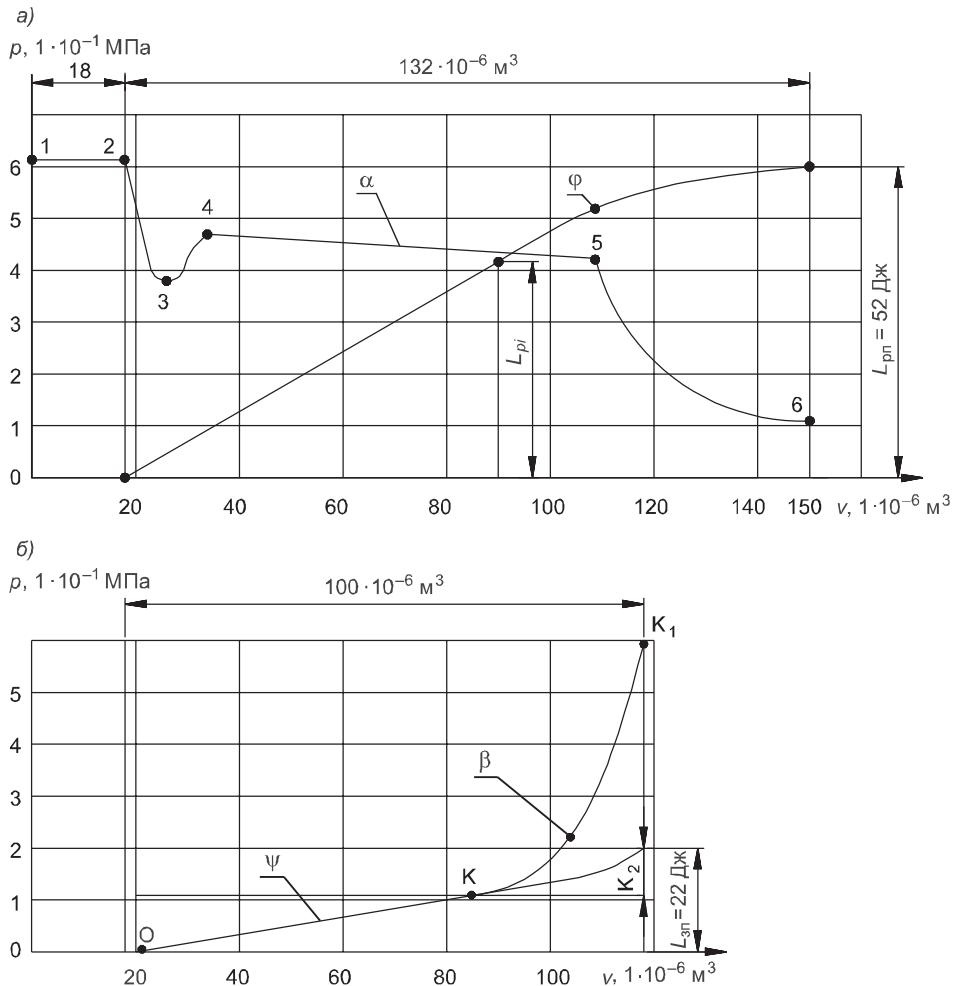


Рис. 2

процесс преобразования энергии сжатого воздуха в механическую энергию подвижного элемента или наоборот.

Камерой будем именовать пространство части цилиндра постоянного объема или объем вне цилиндра K_3 (см. рис. 1), связанные с полостью или другими камерами каналами и предназначенные для аккумулирования энергии некоторого количества сжатого воздуха. Камеры взаимодействуют с теми полостями, с которыми они связаны каналами.

Полости в цилиндре относительно подвижного поршня подразделяются на поршневые (РП и РТ) (см. рис. 1), выполняющие роль энергетических «котлов», в которых реализуются движущие силы от сжатого воздуха и запоршневые (ЗП и ЗПТ), в которых происходит вытеснение находящегося в них воздуха в атмосферу или процесс сжатия его для аккумуляционных камер типа K_1-K_3 , при отключении полостей от атмосферы.

По определению [1] выделим в структуре пневматической машины частные ТМС. Для ударного технологического механизма ТМС РП — тепломеханическую систему рабочей полости; ТМС ЗП — тепломеханическую систему запоршневой полости. Аккумуляционная камера K_1 обслуживает ТМС РП.

Для транспортного механизма обратного хода определению [1] соответствуют ТМС РТ — тепломеханическая система с полостью РТ; ТМС ЗПТ — тепломеханическая система запоршневой полости транспортного механизма. Аккумуляционная камера К₂ обслуживает ТМС РТ.

Сложная структура пневматических поршневых машин затрудняет определение и применение КПД в качестве критерия оценки их энергетических возможностей. В этом случае экспериментальные индикаторные диаграммы машины позволяют проанализировать процессы, происходящие в ТМС. Индикаторную диаграмму не следует смешивать с ($p - v$) диаграммами, которые строятся для постоянного количества воздуха. Индикаторная диаграмма изображает действительный процесс в полостях цилиндра машины с переменным количеством газа. Индикаторные диаграммы для двигателя рабочего технологического механизма (см. рис. 2) получены из осциллографов «давление — время», широко применяемых при исследовании пневматических машин.

Для описания действительных термодинамических процессов, происходящих в полостях машины, воспользуемся индикаторной диаграммой пневматической штоковой машины ТР-1 с энергией удара 30 Дж.

Термодинамические процессы в рабочей полости (см. рис. 2, а) представлены кривой α на графике зависимости $p = f(v)$ (давление — объем). На кривой α отмечены характерные точки 1–6, которые определяются положением поршня в цилиндре (координаты S_i или x_i) и расположением каналов q_i (см. рис. 1). Участок кривой 1-2 соответствует постоянному давлению в камере К₁ с объемом v_{K1} . На участке 2-3 происходит процесс расширения РТ, аккумулированного в камере К₁. В точке 3 подключается канал q_1 , и сетевой воздух поступает в РП на протяжении всего участка 4-5 до открытия выхлопного канала q_2 . Процесс расширения РТ с постоянным количеством воздуха полости РП возможен при отключении канала q_1 на участке рабочего хода ударника. На диаграмме машины ТР-1 такой участок отсутствует. После открытия выхлопного канала q_2 на участке 5-6 кривой α происходит отвод воздуха в атмосферу.

Интегрируя функцию $p = f(v)$, имеем зависимость работы расширения в ТМС РП от ее объема $\phi = L_{\text{пп}} = \int_1^5 pdv$. Ординаты L_{pi} кривой ϕ выражают работу расширения термодинамических процессов в объеме v_i в масштабе μ_L .

Энергетические параметры ТМС ЗП — запоршневой полости ударного механизма характеризуются графиками функций $p = f(v)$ и $L = f(v)$ (см. рис. 2, б). Кривая β имеет два участка О-К и К-К₁. На участке О-К имеет место процесс вытеснения воздуха из пространства цилиндра через канал q_2 в атмосферу (см. рис. 1). На участке К-К₁, когда перекрывается канал q_2 , воздух сжимается и заполняет объем аккумуляционной камеры К₂. Интегрируя функцию, представленную графиком ψ (см. рис. 2, б), вычисляем работу $L_{зп}$ для ТМС ЗП, часть которой идет на зарядку камеры К₂.

Рассматривая рабочие процессы в ТМС транспортного механизма холостого хода, отметим, что роль полости с работой активных сил ТМС в этом исполнении выполняет штоковая полость РТ, а полостью с силами сопротивления является запоршневая полость ЗПТ. Подсчет работ в ТМС механизма холостого хода, а также его КПД, аналогичен подсчету для рабочего хода машины и в данном случае не приводится.

В таблице приведены параметры отдельных ТМС поршневой штоковой машины ТР-1. Данные таблицы и графики (см. рис. 2) иллюстрируют значения механических работ ТМС в поршневых и запоршневых полостях двигателей, работу по преодолению сопротивлений вытеснения воздуха и запас потенциальной энергии в аккумулирующих камерах. Отметим, что работа $L_m = L_{pp} - L_{zp}$ (см. таблицу) является полезной и затрачивается на выполнение технологических операций. Механическая работа L_{pt} осуществляется разгоном поршня-ударника при обратном ходе, а L_{zpt} его выбег с торможением.

Объемы полостей, камер и работа в ТМС

Вид ТМС	Объем полости $1 \cdot 10^{-6}, \text{ м}^3$	Работа, Дж	Средняя энергоемкость РТ, Дж/ см^3	Примечание
ТМС технологического ударного механизма				
Камера K ₁	18	—	0,5	Запас энергии $L_{K1} = 9$ Дж
РП	132	52	0,39	Рис. 2, а
ЗП	100	22	0,22	Рис. 2, б
ТМС механизма обратного хода (транспортного)				
Камера K ₂	9	—	0,4	Запас энергии $L_{K2} = 8$ Дж
РТ	100	37	0,37	—
ЗПТ	132	35	0,27	—

Вышеизложенное позволяет для определения КПД ТМС поршневой линейной пневматической машины предложить следующую зависимость:

$$\eta_m = L_m / (L_{pp} + L_{pt}), \quad (6)$$

где L_m — работа единичного удара, определяемая по работам ТМС технологического (ударного) механизма;

L_{pp} и L_{pt} — механические работы в рабочей и транспортной (обратного хода) полостях от преобразования энергии сжатого воздуха, поступающего в полости от ресивера компрессора.

Предлагаемая формула (6) позволяет дать оценку поршневым пневматическим машинам по совершенству их процессов преобразования энергии. Подставляя из таблицы значение величин, входящих в (6), имеем

$$\eta_m = 30 / (37 + 52) = 0,34, \text{ т.е. } 34\%.$$

Если машина совершает кинематический цикл, включающий кинематические циклы нескольких механизмов с различными КПД, то в качестве комплексного КПД машины можно рекомендовать следующее соотношение:

$$\eta_{km} = \eta_1 \alpha_1 + \eta_2 \alpha_2 + \dots + \eta_n \alpha_n, \quad (7)$$

где $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ — частные цикловые КПД механизмов, выполняющих отдельные операции, входящие в рабочий цикл машины T_u ;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ — коэффициенты, подсчитываемые по соотношению

$$\alpha_i = t_i / T_u,$$

где t_i — время одной операции, выполняемой одним механизмом за его кинематический цикл.

Сумма коэффициентов $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = 1$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подчуфаров, Б.М. Современное состояние и некоторые перспективы развития теории пневматических (газовых) сервомеханизмов [Текст] / Б.М. Подчуфаров // Пневматические приводы и системы управления. — М. : Наука, 1971. — С. 18–26.
2. Кондрашев, В.И. Исследование термодинамических и теплообменных процессов в пневматических машинах ударного действия [Текст] / В.И. Кондрашев, Л.А. Фукс, В.Е. Томилов и др. — Томск : Изд-во Том. ун-та, 1971.
3. Богаченков, А.Г. Термодинамический метод оценки коэффициента полезного действия пневматической ударной машины [Текст] / А.Г. Богаченков // Изв. вузов. Строительство. — 1999. — № 7. — С. 141–145.
4. Абраменков, Д.Э. О применении бародинамического и термодинамического КПД для оценки совершенства рабочего процесса пневматического механизма машин ударного действия [Текст] / Д.Э. Абраменков, Э.А. Абраменков // Изв. вузов. Строительство. — 2010. — № 7. — С. 75–82.

СУВОРОВ Дмитрий Григорьевич, д-р техн. наук, проф.

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Получено после доработки 09.07.13

Суворов Dmitry Grigorievich, doctor of technical sciences, professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia

INDICATOR EFFICIENCY OF HEATMECHANICAL SYSTEM OF THE PISTON PNEUMATIC MACHINE

For an assessment of ability of the pneumatic machine to transform energy of the compressed air to mechanical work it is offered to use the efficiency counted on the experimental indicator chart of working process. The inaccuracy of methods of determination of efficiency of pneumatic machines with attraction of thermodynamic processes of a nonexistent thermodynamic cycle is noted.

Key words: pneumatic, machine, technical thermodynamics, processes, efficiency.

REFERENCES

1. Подчуфаров, Б.М. Current status and prospects of development of the theory of air (gas) servos [Text] / Б.М. Podchufarov // Pneumatic actuators and control systems. — М. : Science, 1971. — P. 18–26.
2. Кондрашев, В.И. The study of thermodynamic and heat transfer processes in pneumatic percussion machines [Text] / V.I. Kondrashev, L.A. Fuchs, V.E. Tomilov etc. — Tomsk : Publishing house of Tomsk University, 1971.
3. Богаченков, А.Г. The thermodynamic method to estimate the efficiency of a pneumoshock machine [Text] / A.G. Bogachenkov // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 1999. — N 7. — P. 141–145.
4. Абраменков, Д.Э. About application of barodinamichesky and thermodynamic efficiency for the estimation of perfection of working process of the pneumatic mechanism of cars of shock action [Text] / D.E. Abramakov, E.A. Abramakov // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 2010. — N 7. — P. 75–82.

УДК 621.542.001

**Г.В. ГЛАДЫШЕВ, Д.Э. АБРАМЕНКОВ, Э.А. АБРАМЕНКОВ,
А.С. ДЕДОВ, А.А. КУТУМОВ**

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПНЕВМОУДАРНОГО МЕХАНИЗМА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УПРАВЛЯЕМЫМИ ПРОТОЧНЫМИ КАМЕРАМИ

Рассматриваются результаты исследования вибрационных кинематических параметров с изменяющимся усилием подачи на погружающую трубу-кожух. Приводятся соотношения основных геометрических параметров, обеспечивающих заданные энергетические параметры.

Ключевые слова: пневмоударный механизм, управляемые проточными камеры, вибровременение, выброскорость, виброускорение.

Данная работа является продолжением серии работ¹⁻³, посвященных конструированию и исследованию пневмоударных механизмов с дополнительными неуправляемыми и управляемыми проточными камерами (ДПУМ (УК)) [1-4].

Задачи моделирования рабочего процесса: установить рациональные соотношения геометрических параметров молота с ДПУМ (УК), обеспечивающие при заданных ограничениях минимальные значения удельного расхода воздуха и вывод максимальной ударной мощности при расчетных значениях рабочих объемов пневмоударного механизма.

Обозначения основных деталей и геометрических параметров, входящих в соотношения, представлены на рис. 1.

Результаты моделирования. Рациональные значения соотношений геометрических параметров представлены зависимостями:

$$\lambda = V_p / V_x = 6 \dots 7, \quad (1)$$

$$\alpha = \omega_p / \omega_x = 2,3 \dots 2,5, \quad (2)$$

$$\lambda_{pd} = \lambda_{xd} = V_p / V_{pd} = V_x / V_{xd} = 2 \dots 3, \quad (3)$$

$$\alpha_{pd} = \alpha_{px} = \alpha_{zp} = \alpha_{zx} = \omega_p / \omega_{pd} = \omega_x / \omega_{xd} = \omega_p / \omega_{zp} = \omega_x / \omega_{zx} = 5 \dots 9, \quad (4)$$

$$\gamma_{pd} = B_p / L_y = 2 \dots 3, \quad (5)$$

$$\gamma_{xd} = H_x / L_y = 1,09 \dots 1,12, \quad (6)$$

¹ Емельянов В.А., Абраменков Д.Э., Абраменков Э.А. Пневмоударный механизм с дроссельным воздухораспределением в технологии бестраншейной прокладки труб // Изв. вузов. Строительство. 2007. № 10. С. 57-61.

² Абраменков Д.Э., Абраменков Э.А., Гладышев Г.В., Кутумов А.А. Управляемые камеры с присоединенным объемом в дроссельном пневмоударном механизме // Изв. вузов. Строительство. 2009. № 8. С. 89-94.

³ Пат. 2417874 РФ. Пневматический молот с дроссельным воздухораспределением / Абраменков Д.Э., Гладышев Г.В., Еременко В.Ю., Кутумов А.А., Малышева Ю.Э., Федоров М.А. : опубл. 2010. Бюл. № 13.

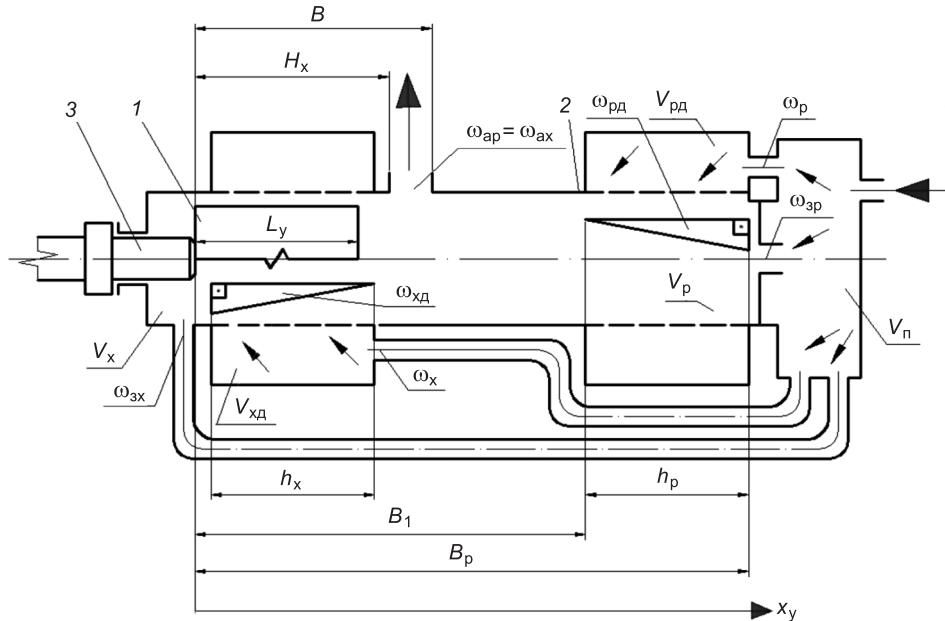


Рис. 1. Обозначения деталей геометрических параметров ДПУМ (УК)

1 — ударник, 2 — корпус, 3 — хвостовик инструмента

где V_n , V_p , V_x , V_{rd} , V_{xd} — объемы предкамеры и основных камер рабочего и холостого ходов, дополнительные объемы управляемых проточных камер рабочего и холостого ходов;

ω_p , ω_x , ω_{rd} , ω_{xd} — геометрические площади сечения каналов впуска в объемы V_p , V_x из объема V_n предкамеры и каналов перепуска из объемов V_{rd} , V_{xd} в объемы V_p , V_x ;

ω_{zp} , ω_{zx} — геометрические площади сечения каналов запуска, сообщающих объем V_n предкамеры с объемами V_p и V_x ;

B_1 , B_p , H_x — координаты канала перепуска ограничения перемещения ударника со стороны камеры рабочего и холостого ходов до выпуска воздуха из камеры холостого хода;

L_y — длина ударника по отсекающим торцам, равная протяженности осевой проекции дросселей перепуска h_p со стороны камеры рабочего и h_x со стороны камеры холостого ходов при $h_p = h_x$.

Вибрационные характеристики молота. В результате моделирования рабочего процесса ДПУМ (УК) установлена достаточность усилия подачи (нажатия) на корпус в 2 кН, при котором наблюдались устойчивые показатели по виброперемещению, виброскорости и виброускорению.

Результаты исследования подводимого к молоту воздуха при давлении, равном 0,6 МПа, представлены на рис. 2–4 в цифровом и графическом виде, для составления вибрационных параметров по устойчивости приведены значения перемещения ударника. Анализ полученных числовых и графических данных моделирования показывает на хорошее совпадение по частоте и повторяемости вибрационных характеристик молота с рабочим циклом ДПУМ (УК).

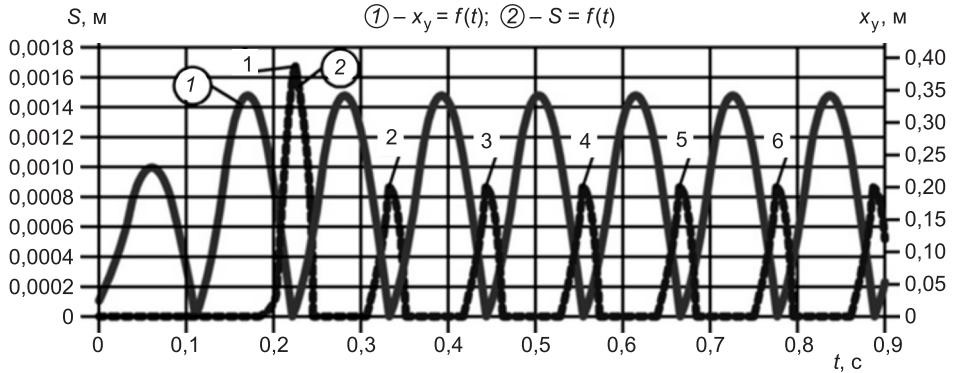


Рис. 2. Виброперемещение корпуса при $F_h = 2$ кН
1 — перемещение ударника, 2 — виброперемещение, 1–6 — номера рабочих циклов

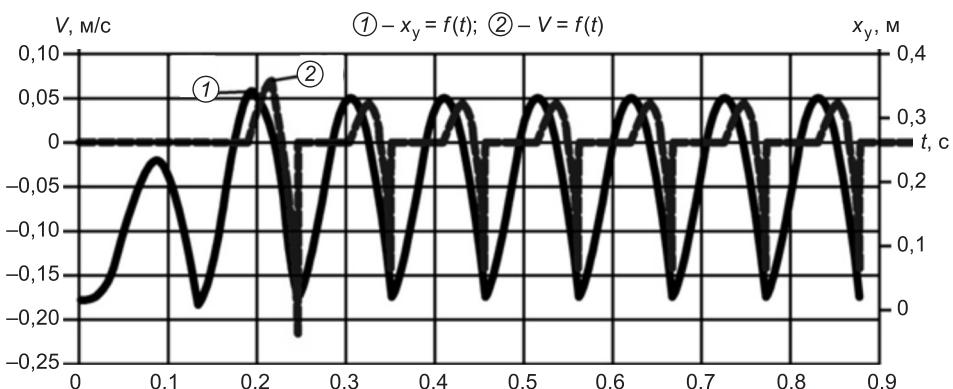


Рис. 3. Виброскорость корпуса при $F_h = 2$ кН
1 — перемещение ударника, 2 — виброскорость

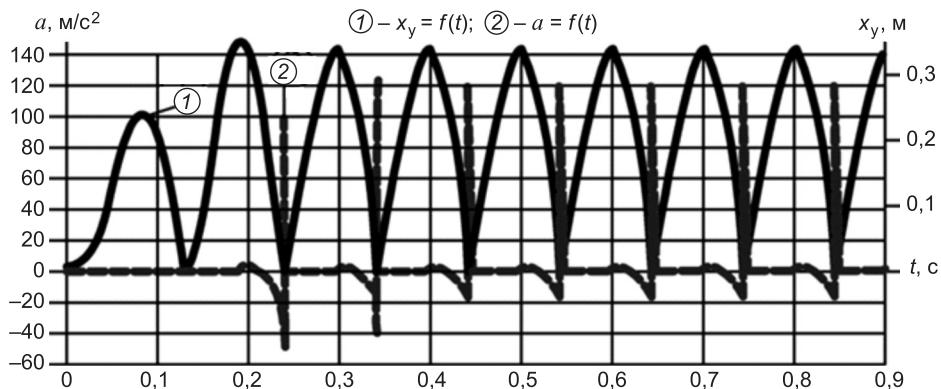


Рис. 4. Виброускорение корпуса при $F_h = 2$ кН
1 — перемещение ударника, 2 — виброускорение

Как видно из иллюстраций вибрационных процессов при моделировании ДПУМ (УК) их устойчивость наблюдается с третьего цикла. Первые два цикла свидетельствуют о выходе рабочего процесса на установленный режим по перемещению, скорости и ускорению с соблюдением посадки ударника на хвостовик инструмента и корпуса молота на буртик

хвостовика за каждый цикл. Величины значений вибрационных характеристик видны из графических зависимостей.

Устойчивость вибрационных характеристик и перемещения ударника косвенно подтверждает устойчивость баро- и термодинамических параметров ДПУМ (УК).

Устройство молота с ДПУМ (УК). Общий вид молота с ДПУМ (УК) и его составные части представлены на рис. 5 и 6.

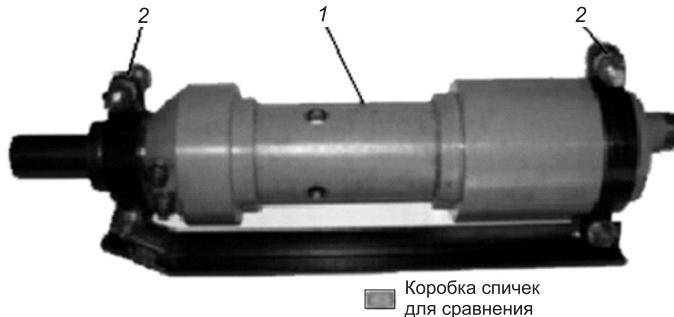


Рис. 5. Общий вид пневматического молота с ДПУМ (УК)

1 — молот, 2 — технологический узел крепления

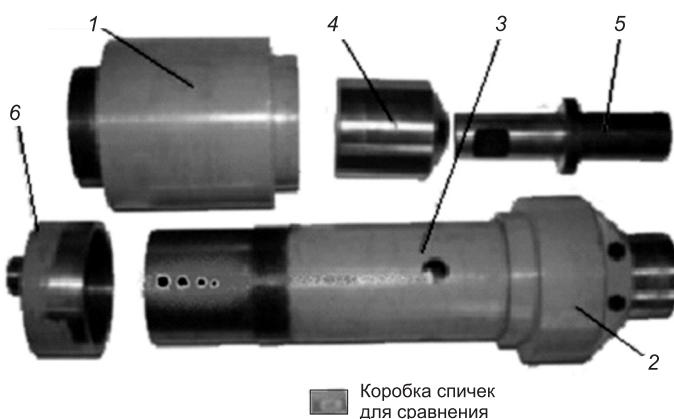


Рис. 6. Составные части пневматического молота с ДПУМ (УК)

1 — корпус проточной камеры рабочего хода, 2 — корпус проточной камеры холостого хода, 3 — корпус пневматического молота, 4 — ударник, 5 — инструмент, 6 — корпус предкамеры

Базовые параметры ударника молота с ДПУМ (УК): диаметр 120 мм, масса 12 кг. Все остальные параметры молота, размерные и массовые, являются следствием параметров ударника.

Аппаратное обеспечение эксперимента. Схема установки для экспериментального определения параметров молота (энергии и частоты ударов, расхода воздуха, вибрации и шума) представлена на рис. 7.

Результаты испытаний образца молота. Энергетические характеристики ДПУМ (УК) при работе его в условиях виброударного погружения труб-кожухов возрастают при увеличении присоединенной массы и сил обжатия, асимптотически приближаясь к значениям, рассчитанным по модели ДПУМ (УК).

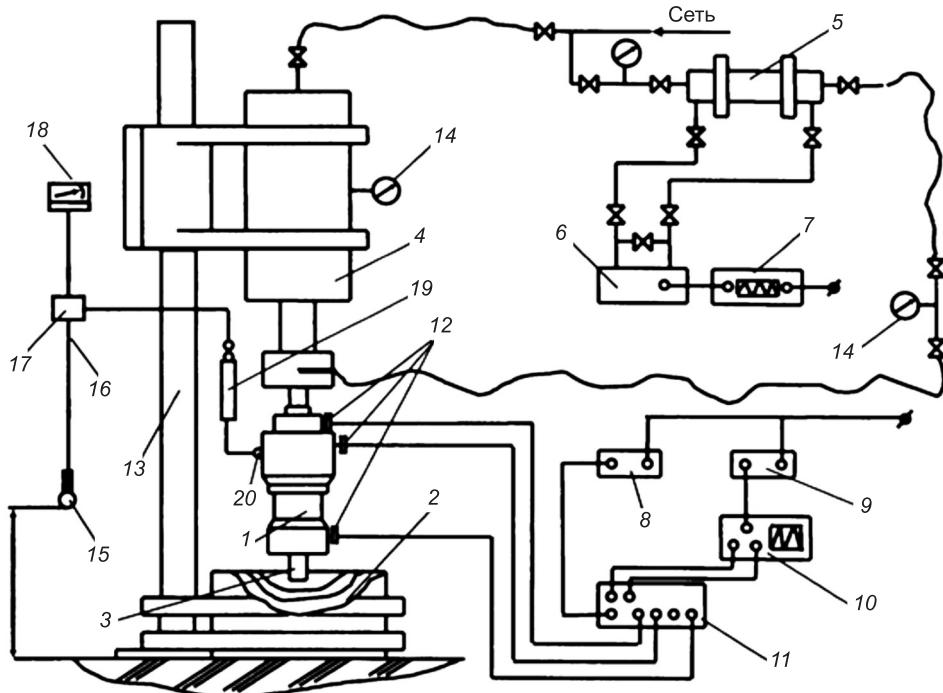


Рис. 7. Блок-схема стенда экспериментальных исследований пневматического молота ДПУМ (УК)

1 — пневматический молот; 2 — деревянный работопоглотитель; 3 — инструмент; 4 — пневмоцилиндр прижима; 5 — диафрагма; 6 — дифманометр ДМ-3566; 7 — лазерный принтер; 8 — блок питания 12 В; 9 — блок питания G001; 10 — цифровой осциллограф серии DSOX3000A; 11 — преобразователь серии VFD-C; 12 — тензодатчики давления серии DBL; 13 — стойка стенда; 14 — манометр; 15 — микрофон M 101; 16 — кабель; 17 — предусилитель GTM-24Н; 18 — шумомер серии Testo 816-4; 19 — адаптер серии DWA-643; 20 — пьезодатчик ПД-6

Установлена принципиальная применимость ДПУМ (УК) в технологии виброударного продавливания труб открытым торцом в грунт и его преимущества по сравнению с ПУМ с другими системами воздухораспределения (таблица).

Максимальное расхождение абсолютных значений давления воздуха в характерных его точках не превышает 2,5 % для камеры рабочего хода, 3 % для камеры холостого хода и 2,5 % для камер дополнительного объема.

Основные сравнительные характеристики физико-математической модели и образца пневматического молота с ДПУМ (УК)

Параметр	Объект исследования	Давление воздуха p_0 , МПа		
		0,5	0,6	0,7
Энергия удара A , Дж	Модель	906,00	1002,04	1076,00
	Образец	878,80	971,99	1043,70
Частота ударов i , Дж	Модель	12,80	13,33	13,90
	Образец	12,48	13,02	13,55
Расход воздуха G , м ³ /с	Модель	0,3359	0,3639	0,3989
	Образец	0,3695	0,4003	0,4322
Расход воздуха за цикл, м ³ /ц	Модель	0,0262	0,0273	0,0287
	Образец	0,0296	0,0307	0,0379

Расхождение в значениях по энергии единичного удара не превышает 2,5 %, по расходу воздуха ($\text{м}^3/\text{цикл}$) — 11 %, расходу ($\text{м}^3/\text{с}$) — 10 %, что находится в пределах возможной погрешности приборов и отработки результатов измерений.

Рабочие циклы образца пневматического молота с ДПУМ (УК) имеют улучшенные показатели по усилию нажатия и вибрации.

Выводы. Численные исследования и лабораторные испытания молота с ДПУМ (УК) показали, что он обладает достаточной ударной мощностью и надежным запуском, работает устойчиво при всех возможных давлениях сжатого воздуха и в большом диапазоне изменения коэффициента отскока ударника от хвостовика инструмента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А б р а м е н к о в, Д.Э. Дроссельные пневмоударные механизмы с управляемыми проточными камерами присоединенных объемов с раздельным впуском сетевого воздуха [Текст] / Д.Э. Абраменков, Э.А. Абраменков, Г.В. Гладышев, П.В. Чубаров // Изв. вузов. Строительство. — 2010. — № 10. — С. 75–85.
2. А б р а м е н к о в, Д.Э. Камеры присоединенных объемов с жесткими и эластичными перегородками в дроссельных пневматических ударных механизмах [Текст] / Д.Э. Абраменков, Э.А. Абраменков, Г.В. Гладышев, П.В. Чубаров // Изв. вузов. Строительство. — 2010. — № 8. — С. 79–82.
3. Г л а д ы ш е в, Г.В. Дроссельный пневмоударный механизм с непроточными управляемыми камерами присоединенного объема [Текст] / Г.В. Гладышев, П.В. Чубаров // Труды НГАСУ (Сибстрин). — Новосибирск, 2011. — Т. 14, № 2 (51). — С. 40–46.
4. Г л а д ы ш е в, Г.В. Процесс воздухообмена между камерами рабочего хода и дополнительного объема дроссельного пневмоударного механизма [Текст] / Г.В. Гладышев // Труды НГАСУ (Сибстрин). — Новосибирск, 2012. — Т. 15, № 2 (54). — С. 43–47.

ГЛАДЫШЕВ Григорий Владимирович, асп.

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

АБРАМЕНКОВ Дмитрий Эдуардович, д-р техн. наук, проф.

Сибирский университет путей сообщения, г. Новосибирск

АБРАМЕНКОВ Эдуард Александрович, д-р техн. наук, проф.

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

ДЕДОВ Алексей Сергеевич, канд. техн. наук, доц.

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

КУТУМОВ Алексей Анатольевич, д-р техн. наук, проф.

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул*

Получено 23.07.13

Gladyshev Grigory Vladimirovich, post-graduate student, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia

Abramenkov Dmitry Eduardovich, doctor of technical sciences, professor, Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia

Abramenkov Eduard Alexandrovich, doctor of technical sciences, professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia

Dedov Alexey Sergeevich, candidate of technical sciences, assistant professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia
Kutumov Alexey Anatolievich, doctor of technical sciences, professor, Altai State Technical University of I.I. Polzunov, Barnaul, Russia

RATIONAL GEOMETRIC PARAMETERS PNEUMOSHOCK MECHANISM WITH ADDITIONAL CONTROL FLOW CHAMBER

We consider the results of a study of vibration of the kinematic parameters with varying force feed the immersed tube-housing. We present ratio of basic geometric parameters providing the specified energy parameters.

Key words: pneumatic percussion mechanism, controlled flow chambers, vibration displacement, velocity, acceleration.

REFERENCES

1. Abramenchikov, D.E. Throttle pneumoshock mechanism with operated flowing chambers of volume attached with separate intake air network [Text] / D.E. Abramenchikov, E.A. Abramenchikov, G.V. Gladyshev, P.V. Chubarov // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 2010. — N 10. — P. 75–85.
 2. Abramenchikov, D.E. Chambers of attached volumes with rigid and elastic partitions in throttle pneumatic shock mechanisms [Text] / D.E. Abramenchikov, E.A. Abramenchikov, G.V. Gladyshev, P.V. Chubarov // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 2010. — N 8. — P. 79–82.
 3. Gladyshev, G.V. The throttle mechanism with stagnant air percussion controlled cameras attached volume [Text] / G.V. Gladyshev, P.V. Chubarov // Works NGASU (Sibstrin). — Novosibirsk, 2011. — Vol.14, N 2 (51). — P. 40–46.
 4. Gladyshev, G.V. The process of air exchange between the chambers stroke and an additional amount of throttle mechanism pneumoshock [Text] / G.V. Gladyshev // Works NGASU (Sibstrin). — Novosibirsk, 2012. — Vol.15, N 2 (54). — P. 43–47.
-

НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ И ЭКОЛОГИИ

УДК 711.4–112(571.1)

М.И. АКИМОВА

АРХИТЕКТУРНЫЕ АНСАМБЛИ ГЛАВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ГОРОДОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Рассматривается эволюция архитектурных ансамблей главных площадей в структуре городов Западной Сибири.

Ключевые слова: главная площадь города, архитектурный ансамбль, застройка площади, эволюция главной площади.

Выразительность композиционного замысла центров городов заключалась не в количестве выдающихся зданий, а в их расположении в плане, так как красота целого зависела не только от отдельных сооружений, но и от их взаимоотношения, в котором части были органически неотделимы. И небольшое количество зданий, поставленных с учетом пространственной организации, может создать уникальный комплекс, что подтверждают ансамбли площадей в сибирских городах. Такая застройка центра города придает ему свое индивидуальное архитектурное лицо, свой колорит. Площади являются основной пространственной составной частью пространственной и объемной композиции центра города.

Главные площади городов на всем протяжении своего исторического развития были средоточием самых представительных общественных зданий. Характер их застройки менялся на разных этапах развития. В исторических городах Сибири ансамбли складывались неодномоментно. Так, в Тобольске и Томске формирование площадей происходило на протяжении веков. Первоначально на территории крепостей сибирских городов площадь являлась свободным местом, созданным постройками в основном культового и общественного характера. Она служила для встреч жителей города в связи с их политико-общественной, торговой, религиозной деятельностью или просто для прогулок, отдыха и развлечений.

Площади в качестве самостоятельных и наиболее ценных архитектурных ансамблей как в российских, так и в сибирских городах появляются в большинстве случаев в эпоху классицизма. Они получают дальнейшее развитие на основе сформированных в период «урегулирования» планов городов, площадей. Большинство архитектурных ансамблей, сложившихся в этот период исторического развития, дошли до наших дней. В структуре исторических городов Сибири архитектурные ансамбли площадей всегда играли большую роль, что можно проследить на примерах Тобольска и Томска.

© Акимова М.И., 2013

В Тобольске с его сложным природным ландшафтом главные площади были образованы в «Верхнем городе» — Тобольской крепости и в «Нижнем», где сформировалась Торговая площадь.

Главная историческая (ныне Красная) площадь Верхнего Тобольска складывалась постепенно, на протяжении веков и очень интересна в том аспекте, что более поздние постройки согласовываются с ранее построенными. Красная площадь в Тобольске представляет собой группу площадей: перед Гостиным двором, Софийского двора и перед зданием Присутственных мест, органично составляющих одну большую площадь.

Площадь на территории Тобольской крепости в период с конца XVI — начала XVII в. была сформирована деревянными зданиями государственных приказов и канцелярий, воеводского двора, небольшой православной Троицкой церковью, казенным амбаром, пороховым погребом, сооружением для амуниции и другими постройками гражданской и военной администрации. Здесь же располагался базар и деревянный Гостиный двор, где русские и бухарцы держали 52 лавки и 23 палатки мясных и рыбных торговых рядов, дома стрелецкого, пехотного и казачьего приказов. Рядом находилась Воскресенская церковь.

В 1621 г. на месте первого острога образовалось сибирское архиепископство, где строится Софийская соборная церковь, что позже получает название «Софийского двора». Строительство Софийской соборной церкви можно считать отправной точкой начала формирования ансамбля Красной площади.

В конце XVII в. на территории Софийского двора размещался архиерейский дом с домовой церковью и несколькими хозяйственными постройками. Между оградой двора и крепостной стеной находились богадельня и жилые кварталы. Первоначально на Софийском дворе в основном были деревянные постройки, за исключением двухэтажного архиерейского каменного дома, построенного в 1674 г. В 1677 г. Софийский двор сгорел со всеми его постройками и оградами, тогда было принято решение о возрождении Софийской соборной церкви в камне.

В 1691–1694 гг. была возведена каменная Троицкая церковь на Базарной площади Верхнего посада, взамен сгоревшей деревянной.

На главной площади в кремле в конце XVII в. располагались каменный Гостиный двор (построен в 1702–1706 гг. в северо-западном углу кремля), Тобольская приказная палата (построена у южного обрыва горы в 1704 г.), выстроенные по проекту С. Ремезова и разместившиеся напротив Гостиного двора мясные и рыбные ряды, торг дровами и сеном. Новый каменный, построенный Ремезовым кремль представлял собой обширную административную площадь, сформированную крепостными стенами с башнями, церквями и различными общественными постройками. От прежних строений на площади был лишь каменный Троицкий храм и Челобитная (Спасская) башня деревянного кремля [1].

Площадь внутри Софийского двора была сформирована пятиглавым 47-метровым храмом св. Софии (1621 г.), архиерейским двором с трехэтажным зданием бывшего архиерейского дома (1775 г.) посередине, садом, огородом и другими постройками, с восточной стороны — протяженным зданием консистории (1787 г.) (монастырский приказ), с запада — замкнута группой, состоящей из соборов, ризницы и соборной колокольни между

ними; монашеским корпусом (1787 г.), архиерейскими конюшнями (последняя четверть XVIII в.), вокруг комплекс был обнесен оградой. Софийский собор и архиерейский двор неоднократно горели.

В 1781 г. сносятся обветшавшие стены и башни кремля, и на месте Губернской канцелярии возводится новое трехэтажное здание Дворца наместника со службами, также снесена Троицкая церковь. После пожара 1788 г. была организована большая публичная площадь, территория которой охватила Софийский двор и архиерейский двор, образовав новый ансамбль в центре. По проекту А. Гучева замкнутый крепостной центр изменялся и ему придавался открытый гражданский характер. В это же время началась реконструкция Софийского двора.

По другую сторону Софийского взвоза, вблизи южной ограды, строится трехэтажное каменное здание архиерейского дома, а на территории самого двора — новый каменный корпус консистории. По новому генеральному плану в 1795 г. вдоль южного и восточного фасада Гостиного двора выстроено обширное здание арсенала для размещения присланного сюда старинного оружия, разобрана значительная часть северной крепостной стены Софийского двора. Принимаются меры по укреплению оврага Софийского взвоза, вдоль которого возводятся каменные подпорные стенки, а в западной ограде Софийского двора строится новая многоярусная колокольня (высота 75 м), ставшая самым высоким сооружением города [1].

На территории кремля сооружения располагались по направлению крепостных стен, т.е. периметрально. С северной стороны к кремлю примыкала обширная Торговая площадь, где вырос торговый центр Тобольска с Гостиным двором (1702–1706 гг.), торговыми рядами и другими казенными постройками города. Здесь же в ближайшем квартале, выходившем на ту же самую площадь, построены были второй воеводский и дьячий дворы. Рядом, по другую сторону торгового взвоза, на площади возвышался Софийский собор, а за ним — архиерейский двор, площади которых образовывали единое пространство.

В проекте 1839 г. архитектор П. Вейгель придал новую трактовку тобольскому центру. Несколько изменились функции ранее построенных зданий и были возведены новые. По генеральному плану Вейгеля бывший Дворец наместника перестраивается под Присутственные места. Дворец наместника (1782 г.) располагался в центре бывшей кремлевской территории. С перестройкой здания в 1828 г. под Присутственные места соответственно изменился и характер прилегающего пространства. Ограда, изолирующая парадный двор наместника, снимается и перед зданием Присутственных мест образуется большая публичная площадь. В одном из служебных корпусов, обращенном к Софийскому взвозу, разместились судебные учреждения. На этом завершилось формирование административного центра Тобольска на основе градостроительных принципов классицизма. Но в таком состоянии, с открытой публичной площадью, он простоял недолго. Уже в середине XIX в. свободная территория вблизи Присутственных мест стала застраиваться казенными зданиями.

С середины XIX в. здесь появляется огромный комплекс каторжной тюрьмы. План предусматривал также освоение дополнительной территории центра к востоку, в сторону мыса Чукман, где позднее был поставлен



Рис. 1. Главная площадь в Тобольске в начале ХХ в.

obelisk Ермаку и разбит красивый парк. В конце XIX в., у входа в парк, строится здание Исторического музея (1887–1888 гг., архитектор П. Ап лечеев), а на линии обширной эспланады перед центром — двухэтажный каменный корпус духовного училища. Этими зданиями и завершилось оформление тобольского центра по плану архитектора П. Вейгеля. В таком виде тобольский центр сохранился до нашего времени [1].

В наши дни на площади бывшей кремлевской территории по соседству со зданием Присутственных мест находится кирпичная постройка сиротского учебного заведения с большими циркульными окнами по главному фасаду (1860 г.), а далее комплекс обширного тюремного замка, каторжной тюрьмы, построенной в 1855 г. по проекту Вейгеля, занимающего часть широкой эспланады, оставленной перед домом наместника, в результате уничтожения старых крепостных стен и Троицкой церкви. Почти напротив здания духовного училища (1885 г.), у ограды стадиона, возвышается 25-метровый восьмигранный столп водонапорной башни, построенной в 1902 г.

На территории кремля от ремезовских построек сохранилась лишь рентеря (Шведская палата) и комплекс Гостиного двора; все остальное было разобрано в конце XVIII в. в связи с организацией нового двора наместника, когда был возведен большой дворец со служебными и хозяйственными постройками, сохранившимися и поныне. Часть кремлевской территории застроена и более поздними зданиями, относящимися к середине XIX в. [1].

Софийский собор, Гостиный двор являются главными зданиями на Красной площади, образованной тремя соподчиненными пространствами. Главная площадь в Тобольске многоугольная, она служит узловым пунктом главных улиц Верхнего города и занимает территорию приблизительно в 9,86 га (рис. 1).

Главной площадью Томска и одним из основных планировочных элементов города несомненно является современная площадь Ленина (бывшая Богоявленская, Торговая, Иверская, Базарная, Гостино-дворская), ансамбль которой формировался постепенно на протяжении всего разви-

тия города. Эта площадь в период XVII — первая половина XVIII в. была одной из самых древних площадей города, расположенной в устье Ушайки, возникшей практически одновременно с основанием города. Торговля в Нижнем посаде началась вскоре после основания крепости. На правом берегу Ушайки в месте впадения ее в Томь рядом с крепостью незадолго после образования заречного торга возникает базар. Здесь постепенно появлялись ряды лавок. На площади в 1630 г. возводится деревянный храм во имя Богоявления, который одновременно становится центром Нижнего посада. Первая церковь называлась Христокрещенской и была деревянной двупрестольной.

К концу XVII в. на площади появляются ряды деревянных лавок, называемых Гостиным двором. Гостиный двор был четырехугольным, деревянным с 45 лавками.

В XVIII в. с продвижением русской границы в Сибири к югу, ослаблением военной напряженности в борьбе с кочевниками и постройкой Сибирского тракта значение Томска как торгового центра возрастает. Строятся большие частные деревянные торговые ряды (позже названные старым Гостиным двором), каменное двухэтажное здание — Биржевой корпус для хранения оптовых товаров и припасов. Площадь превращается в торгово-административный центр города, где со временем строятся площадная изба, темница, лобное место, лавки и др. Главное место торга на правом берегу Ушайки оформилось в Торговую площадь, на которой торговали мясом, рыбой и хлебом, а также обменивались товарами с местными кочевниками. Здесь же был основан один из первых томских погostов. Одновременно площадь была и культовой. Над расположенными на площади мясным, рыбным, калашным рядами и другими постройками господствовало здание ратуши (в XX в. — здание первой пожарной части) и Богоявленская церковь. Деревянный храм несколько раз страдал от пожаров и вновь отстраивался.

Первое графическое изображение Базарной площади можно проследить на городском плане, составленном С. Плаутиным в 1748 г., где площадь небольшая по размерам, около 110 на 38 саженей, была представлена зданиями Богоявленской церкви, часовни во имя Бориса и Глеба, Гостиным двором, таможней. Эта площадь находилась на линии Московско-Иркутского тракта, являлась местом пересечения улиц Миллионной и Почтамтской и характеризовалась протяженной по оси запад-восток формой плана.

В период конец XVIII — начало XIX в., охарактеризовавшийся введением в российское градостроительство регулярной планировки, главная площадь города приобретает форму квадрата.

В XIX в. с развитием капиталистических отношений, ростом оптовой торговли и образованием в 1804 г. Томской губернии на площади был возведен ряд больших каменных торговых и административно-общественных зданий, в их числе — здание бывшей мещанской управы (городского Магистрата (1812 г.), совр. ул. Розы Люксембург, 2), выполненное в стиле классицизма; главное пожарное депо (ныне пожарная часть Советского района), городское полицейское управление (ныне управление ГИБДД), построенные с южной стороны площади. В центре площади появился частный каменный Гостиный двор. В 1806 г. на площади построен

первый вариант Биржевого корпуса, в котором первоначально находился городской арсенал, а после — лавки. В 1819 г. через Ушайку к Магистрату сооружен деревянный мост по проекту Г.С. Батенькова, названный Думский. В 1916 г. на его месте возвели железобетонный мост с ростральными колоннами, спроектированный К.К. Лыгиным и носящий имя Каменный. Вследствие частых наводнений здание Биржевого корпуса пришло в негодность, было принято решение его перестроить, почти полностью разобрав. Новое здание было закончено в 1854 г. (проект архитектора А.А. Арефьева) и напоминало европейские гостиные ряды.

В 1777–1784 гг. взамен старой деревянной Христокрещенской церкви возводится каменная Богоявленская церковь. Новый каменный храм был заложен на 50–70 м к западу от прежней деревянной церкви (ближе к реке Томь). А на месте, где у старого деревянного храма располагался алтарь и святой престол, по церковному обычаю был устроен небольшой кирпичный памятник. В 1858 г. этот памятник убрали и на его месте соорудили Иверскую часовню. До учреждения в 1804 г. Томской губернии площадь уже носила название Богоявленской. Строительство Богоявленского каменного собора вызвало перемещение духовной жизни города на главную, Базарную площадь. Новая каменная церковь была двухэтажная, четырехпрестольная, с приделами и колокольней.

В середине XIX в. перестраивается старый одноэтажный Гостиный двор (ряд) под руководством архитектора Я.М. Набалова. Северная часть здания, в которой располагалась гостинодворская часовня, примыкала к Богоявленскому собору.

Вокруг Гостиного двора и Биржевого корпуса размещалось большое количество лавок и магазинов, что и определило с 1880-х гг. новое название площади — Базарная или Главная базарная. В конце XIX в. площадь характеризуется большой стесненностью и стихийностью застройки. Напротив Гостиного ряда и по самому берегу Ушайки стояли одноэтажные ряды деревянных, зачастую ветхих лавок. Эта центральная часть города, несмотря на свою многолюдность, в то же время была одним из самых неблагоустроенных мест в Томске.

В конце XIX в. на месте холодных, обветшавших и неосвещаемых лавок было построено два здания, в народе называющихся «Красный» корпус, который сдавался в аренду купцу А.Ф. Второву под мануфактурный магазин, и «Белый» корпус, сдающийся разным купцам под торговые лавки.

В начале XX в. облик площади приобретает некоторые цивилизованные черты, а именно: площадь замостили и осветили электрическими фонарями, при въезде с улицы Миллионной была организована стоянка извозчиков или ломовая биржа. В 1903 г. был одобрен проект Т.Л. Фишеля о строительстве на площади каменных двухэтажных торговых корпусов, взамен деревянных.

В 1908 г. по проекту Т.Л. Фишеля на месте деревянных торговых лавок строится «Мучной» корпус, а рядом с ним вдоль правого берега Ушайки был возведен двухэтажный каменный Торговый корпус. В 1903–1905 гг. осуществили строительство универсального магазина крупнейшей в Сибири торговой фирмы «Второв и сыновья», являющегося до сих пор украшением площади. Второвский пассаж выполнен в стиле модерн, в нем располагались лучшие для того времени гостиница и ресторан «Европа», а также фе-



Рис. 2. Главная площадь в Томске в начале XX в.

шенебельные магазины. Сейчас в этом здании находится магазин «Тысяча мелочей» (совр. проспект Ленина, 111).

Базарная площадь была более внушительных размеров по сравнению с современной. С северной стороны ее ограничивала строчка домов, идущих от Богоявленского собора до здания Магистрата, с южной — квартал со зданием пассажа, с восточной стороны — улица Набережная реки Ушайки, по ее левому берегу был ряд двухэтажных кирпичных зданий, где располагались магазины. Если выделить из общей площади отдельно Гостиондворскую площадь, ограниченную с трех сторон рекой Ушайкой, то можно проследить, что после плана 1830 г. эта площадь носит прямоугольный характер, с соотношением сторон 277×341 м, т.е. по форме близка к квадрату. В конце XIX — начале XX в. ансамбль Гостиондворской площади до берега Ушайки с северной стороны был сформирован зданием Богоявленского собора, духовного училища, часовней во имя Иверской Божией Матери, зданиями Томского городского общества (Дума) и Томского городского полицейского управления, а также кварталами обывательских построек. Напротив Богоявленского собора размещался каменный Гостиный двор. Со стороны речек Томь и Ушайки площадь замыкалась деревянными лавками и каменным Биржевым корпусом. У места впадения Ушайки в Томь в 1888 г. по проекту архитектора В.В. Хабарова была возведена харчевня «Славянский базар». Торговая площадь была подлинным центром города. Со всех сторон ее окружали престижные каменные особняки, где располагались квартиры состоятельных горожан, конторы, фешенебельные магазины (рис. 2).

Выходы. В исследуемых городах к XIX в. сложились неординарные ансамбли застройки исторического центра и главной площади. Несмотря на общие черты объемно-пространственной организации городских центров, присущей сибирским городам в начале XIX в., в сооружениях, формирующих их облик, прослеживаются и индивидуальные особенности,

отразившие разнообразные природные условия и различное административное значение того или иного города, а также его хозяйственно-экономический профиль.

Рассмотренные архитектурные ансамбли главных площадей городов Тобольска и Томска, сформировавшиеся на протяжении XVII–XIX вв., сохраняются до нашего времени. В условиях современного строительства и реконструкции, проводимой в исторических центрах сибирских городов, проблема сохранения социального и историко-культурного потенциала является наиболее острой. Возникает необходимость градостроительного подхода к реконструкции городов и грамотного сохранения исторической среды. В будущем при реконструкции исторических центров ансамбли этих площадей обязательно должны быть сохранены.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кириллов, В.В. Тобольск [Текст] / В.В. Кириллов. — М. : Искусство, 1984. — 239 с.

АКИМОВА Мария Игоревна, канд. искусствоведения, доц.; E-mail: amari-83@mail.ru

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Получено 23.07.13

Akimova Mariya Igorevna, candidate of art research sciences, assistant professor; E-mail: amari-83@mail.ru, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia

ARCHITECTURAL COMPLEX OF MAIN AREAS OF WESTERN SIBERIA CITIES

The evolution of architectural complex in the structure of the main areas in Western Siberia cities are considered.

Key words: the main areas of city, the architectural complex, the buildings of area, the evolution of the main area.

REFERENCES

1. Kirillov, V.V. Tobolsk [Text] / V.V. Kirillov. — M. : Arts, 1984. — 239 p.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

УДК 69.003:69.05.014.001.24

Ю.Б. КАЛУГИН

СУЩНОСТЬ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТ С ВЕРОЯТНОСТНЫМИ ВРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Изложены сущность и теоретические основы календарного планирования работ с вероятностными временными параметрами. Выявлено влияние структуры календарного плана, параллельных и квазипараллельных работ на достоверность сроков его выполнения. Для различных уровней организации и иерархии установлены закономерности определения вероятных сроков выполнения работ.

Ключевые слова: достоверность планов, вероятностные временные параметры, математическое ожидание, прогнозирование сроков.

Исследование вероятностных параметров календарных планов¹ [1–3] показало, что на их итоговые показатели (достоверность, надежность) влияют, прежде всего:

- параметры отдельного технологического процесса;
- совместные события параллельных работ;
- структура календарного плана;
- квазипараллельные работы;
- иерархическая структура исполнителей.

Изложенные в [4] особенности расчета параметров отдельных технологических процессов показывают, что использование детерминированных оценок заведомо снижает плановые сроки выполнения работы на 25–40 %. Кроме того, если сроки свершения событий календарного плана с детерминированными временными оценками определяются достаточно

тривиально, то в случае вероятностных временных параметров эта задача становится весьма и весьма непростой. Ее сущность заключается в следующем.

Процессы или работы (в данном случае $i-j$ и $k-l$) выполняются параллельно по времени и определяют после совместного завершения срок раннего начала работы $m-n$ (рис. 1). Очевидно, что этот

Рис. 1. Расчетная схема к определению t_{mn}^{PH}

срок будет максимальным из ранних сроков окончания:

$$t_{mn}^{PH} = \max(t_{ij}^{PO}, t_{kl}^{PO}). \quad (1)$$

Продолжительности выполнения каждой работы являются случайными величинами (X и Y), подчиненными соответствующим законам распределения $f_1(x)$ и $f_2(y)$.

¹ Калугин Ю.Б. Календарное планирование железнодорожного строительства. М.: Учебно-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп., 2010. 143 с.

В этих условиях требуется найти закон распределения величины:

$$Z = \max(X, Y). \quad (2)$$

В отсутствии функциональной связи между параллельными работами решение поставленной задачи получено с помощью универсального метода расчета вероятностных параметров на основе вычислительных процедур [1], который реализуется следующим образом:

1. Площадь под кривой плотности распределения случайной величины (продолжительности работы) делится на 12 равных площадей, равных $0,0833\Phi_0$ (рис. 2), центры тяжести которых (t) и определят 12 равновероятных значений продолжительности выполнения данной работы.

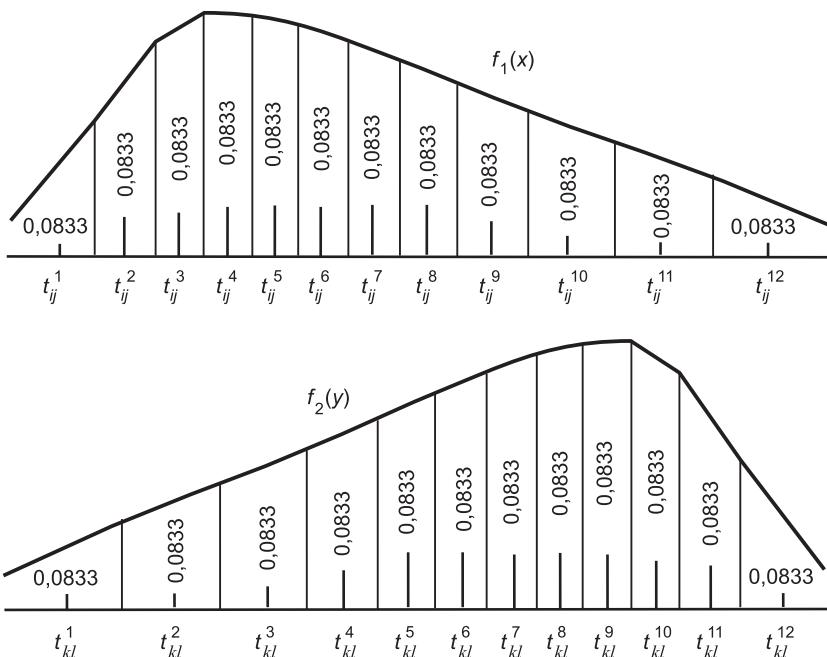


Рис. 2. Распределение сроков окончания работ ij и kl

2. Устанавливаются вероятностные параметры начальных событий работ ij и kl .

3. Определяются вероятные сроки раннего окончания работ суммированием параметров начального события и вероятностных параметров продолжительности выполнения работы.

4. Устанавливается поздний срок свершения события путем последовательной парной композиции 12 равновероятных сроков раннего окончания одной работы с 12 равновероятными сроками раннего окончания другой, при выборе максимального в каждой композиции (2).

В результате формируется ряд из 144 равновероятных значений. С целью сокращения размерности для дальнейших расчетов этот ряд укрупняется в ряд из 12 равновероятных значений позднего срока свершения события t .

В табл. 1 представлены результаты расчета вероятностных параметров для двух работ равной продолжительности в соответствии с расчет-

Таблица 1

Расчет вероятных поздних сроков окончания двух параллельных работ равной продолжительности

Параметры	12 равновероятных значений сроков окончания работы ij												МО	
	0,729			0,76			0,807			0,8477				
	0,91	0,965	1,056	1,209	1,325	1,587	2,104	3,39						
144 равновероятных значений поздних сроков окончания работ (сроков свершения события m)														
12 значений сроков окончания работы kl	0,729	0,729	0,76	0,807	0,8477	0,91	0,965	1,056	1,209	1,325	1,587	2,104	3,39	
0,76	0,76	0,76	0,807	0,8477	0,91	0,965	1,056	1,209	1,325	1,587	2,104	3,39		
0,807	0,807	0,807	0,8477	0,91	0,965	1,056	1,209	1,325	1,587	2,104	3,39			
0,8477	0,8477	0,8477	0,8477	0,91	0,965	1,056	1,209	1,325	1,587	2,104	3,39			
0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,965	1,056	1,209	1,325	1,587	2,104	3,39			
0,965	0,965	0,965	0,965	0,965	0,965	0,965	1,056	1,209	1,325	1,587	2,104	3,39		
1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,209	1,325	1,587	2,104	3,39		
1,209	1,209	1,209	1,209	1,209	1,209	1,209	1,209	1,209	1,325	1,587	2,104	3,39		
1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,587	2,104	3,39		
1,587	1,587	1,587	1,587	1,587	1,587	1,587	1,587	1,587	1,587	1,587	2,104	3,39		
2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104	3,39		
3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	
МО	1,307475													
Ряд из 12 значений	0,799	0,889	0,96	1,056	1,196	1,286	1,391	1,587	1,932	2,104	3,283	3,39	1,656	

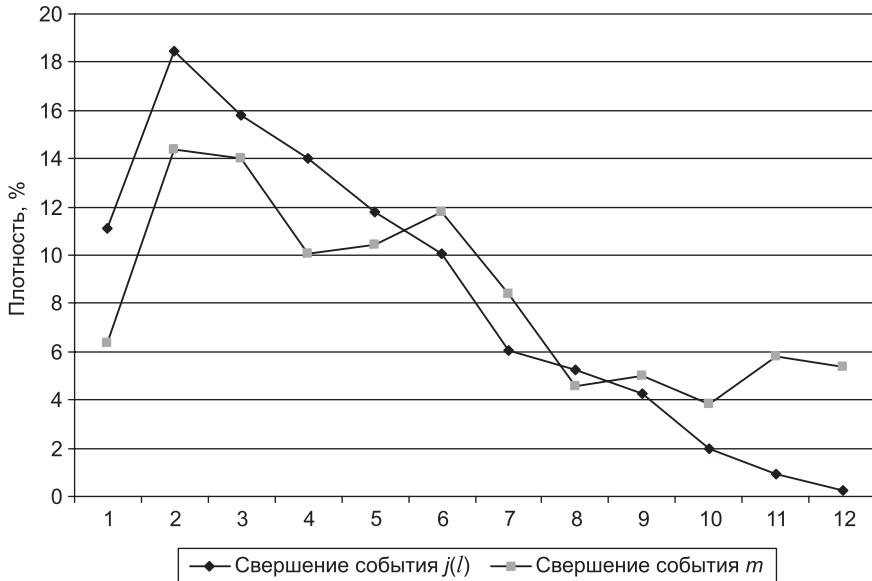


Рис. 3. Плотность вероятности свершения сроков событий j (l) и m

ной схемой (см. рис. 1) и законами распределения, соответствующими высокому уровню организации и управления [4, таблица]).

На рис. 3 приведены соответствующие графики плотности распределения вероятной продолжительности одной работы (сроков завершения событий j (l)) и сроков завершения события m для двух работ.

Анализ представленных данных позволяет отметить следующее.

Форма распределения сроков завершения события (m) (позднего срока окончания двух параллельных работ равной продолжительности) соответствует установленной зависимости для одной работы (1). Некоторое увеличение плотности для крайних значений t вызвано укрупнением ряда из 144 равновероятных значений в ряд из 12 значений в соответствии с изложенным выше универсальным методом.

На рис. 4 представлены гистограммы, отражающие рассчитанные вероятностные временные параметры на одной шкале времени. Полученные данные показывают, что если математическое ожидание продолжительности выполнения одной работы составляет 1,307 ее нормативной продолжительности, то математическое ожидание сроков завершения события m уже будет $1,656t$. Смещение математического ожидания составило 27 % от сроков завершения событий j (l).

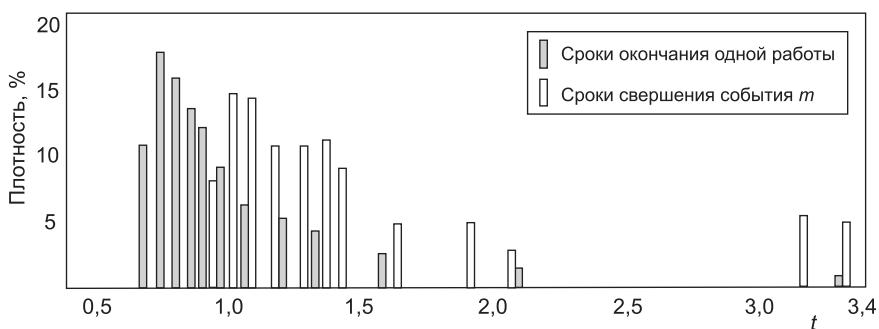


Рис. 4. Вероятные сроки завершения событий j (l) и m

Таким образом, коэффициент смещения сроков свершения событий за счет параллельного выполнения работ равен в данном случае $K_3^5 = 1,27$.

Аналогичные расчеты, выполненные для технологических комплексов с низким, средним и неопределенным уровнями организации и управления, подтвердили изложенный выше вывод о значительном смещении поздних сроков окончания двух параллельных работ с равными вероятностными параметрами. Так, для исполнителей со средним уровнем организации и управления математическое ожидание сроков свершения события t составило $2,191t$ или также 27 % от сроков свершения событий $j(l)$. Для технологических комплексов с низким уровнем организации и управления смещение математического ожидания сроков свершения события t уже 36 % от сроков свершения событий $j(l)$. Математическое ожидание в этом случае — $4,604 t$. Для неустановленного уровня организации и управления математическое ожидание сроков свершения события t составило $2,655t$ или 32 % от сроков свершения событий $j(l)$.

Таким образом, установлено влияние вероятностных параметров работ календарного плана, выполняемых параллельно по времени, на сроки свершения совместных событий. Это влияние может быть выражено третьей группой поправочных коэффициентов к нормативной продолжительности. Коэффициенты, учитывающие влияние равных вероятностных параметров параллельных работ на сроки свершения совместных событий для исполнителей с высоким, средним, низким и неопределенным уровнями управления, составят: $K_3^5 = 1,27$; $K_3^4 = 1,27$; $K_3^3 = 1,36$; $K_3^{345} = 1,32$.

Полученные результаты отчетливо показывают влияние вероятностных временных параметров параллельных работ на поздние сроки свершения совместных событий и во многом объясняют смещение этих сроков в реальных условиях. Кроме того, на итоговые временные параметры существенно влияет и структура самого графика, которая определяется, прежде всего, следующими факторами:

- 1) структурой и характером объекта (перечнем задач);
- 2) структурой исполнителей;
- 3) методами организации работ (последовательный, параллельный, поточный, параллельно-поточный), а также характером ресурсно-объектных связей (с непрерывным использованием ресурсов, непрерывным освоением фронтов, с организацией работ по методу критического пути).

При этом можно выделить основные фрагменты структуры календарного плана: цепочка последовательных работ, фрагмент потока, последовательно-параллельная структура, в различной степени влияющие на вероятностные временные параметры.

Цепочка последовательных работ (рис. 5) отражает процесс последовательного выполнения работ различными исполнителями (F , G , H). В этом случае итоговые параметры определяются композицией законов распределения продолжительности работы каждого исполнителя. Так, для случая нормального закона математическое ожидание продолжительности всей работы составит сумму математических ожиданий продолжительностей отдельных работ.

Дата начала реализации

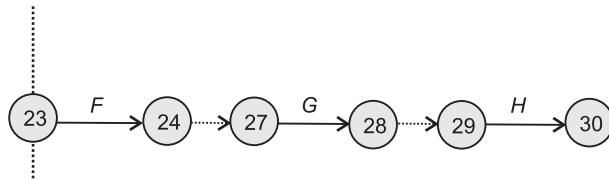


Рис. 5. Фрагмент цепочки работ

Расчетная модель потока (рис. 6) в наибольшей степени иллюстрирует влияние параллельных работ на сроки свершения совместных событий. Очевидно, что в случае равноритмичного потока ($t_{A_j} = t_{B_j} = t_{C_j} = t_{D_j}$) на каждом его шаге в полной мере реализуется расчетная схема (см. рис. 1), а следовательно, правомерны и все изложенные выше зависимости и выводы (с некоторыми дополнениями).

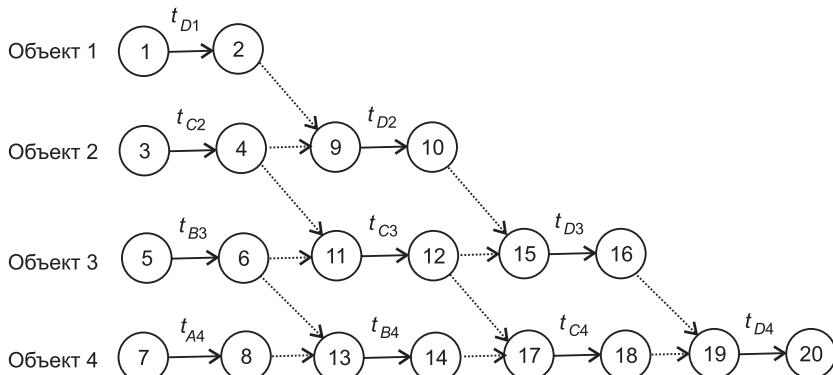


Рис. 6. Фрагмент потока

Последовательно-параллельную структуру хорошо показывает график с расчетными параметрами, соответствующими детерминированным и вероятностным оценкам продолжительности работ для исполнителей высокого уровня (рис. 7). Так, вероятные сроки совместного свершения событий (математические ожидания отражены над событиями) превышают вероятные сроки окончания соответствующих работ (математические ожидания показаны над работой справа).

Элиминирование неадекватного инструмента планирования продолжительности выполнения отдельной работы, заниженной в данном случае в 1,307 раза [4], позволяет установить коэффициент влияния структу-

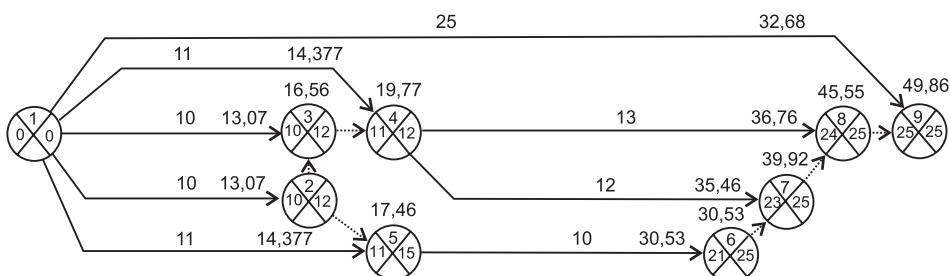


Рис. 7. Сетевой график с вероятностными параметрами для исполнителей высокого уровня

ры календарного графика на вероятные сроки свершения итогового события за счет параллельного выполнения работ:

$$K_3^5 = \frac{49,86}{32,68} = 1,526.$$

Расчеты вероятностных параметров для среднего, низкого и неустановленного уровней организации и управления показывают существенное смещение вероятных сроков свершения всех событий графика. Соответствующие коэффициенты влияния структуры календарного графика на вероятные сроки свершения итогового события за счет параллельного выполнения работ составят для исполнителей:

— среднего уровня организации и управления

$$K_3^4 = \frac{65,81}{43,25} = 1,522;$$

— низкого уровня организации и управления

$$K_3^3 = \frac{143,54}{84,4} = 1,7;$$

— с неустановленным уровнем

$$K_3^{345} = \frac{81,05}{50,25} = 1,613.$$

Максимально возможные значения коэффициентов K_3 для множества параллельных работ определяются соотношением максимальных и средних значений продолжительности для соответствующего уровня.

Расчеты вероятностных параметров для 10 работ параллельной структуры с различными связями при равномерном распределении сроков окончания параллельных работ с периода $0,5t_{\max}$ (рис. 8) показали следующее. Для высокого уровня организации работ математическое ожидание вероятного срока их совместного выполнения составило $2,24t$, где t — детерминированная оценка продолжительности выполнения работы максимальной длительности.

Эlimинирование коэффициентов первой и второй группы (1,307 [4]) позволило установить коэффициент влияния данной структуры календарного графика на вероятные сроки свершения итогового события за счет параллельного выполнения работ для исполнителей высокого уровня:

$$K_3^5 = \frac{22,4}{1,307 \cdot 10,0} = 1,714.$$

Очевидно, что значения соответствующего коэффициента 1,7–2,0 являются предельными в реальных условиях календарного планирования ряда параллельных процессов.

Результаты иллюстрируют влияние структуры графика на соответствующие вероятностные временные параметры совместных событий параллельных работ. Простая цепочка последовательных работ (см. рис. 5) не отображает в полной мере сущность ресурсно-объектных связей, составляющих внутреннюю природу календарных планов. Так, исполнители G и H к плановой дате начала своих работ могут быть и обычно всегда заняты на соответствующих объектах (участках работ), что вызывает до-

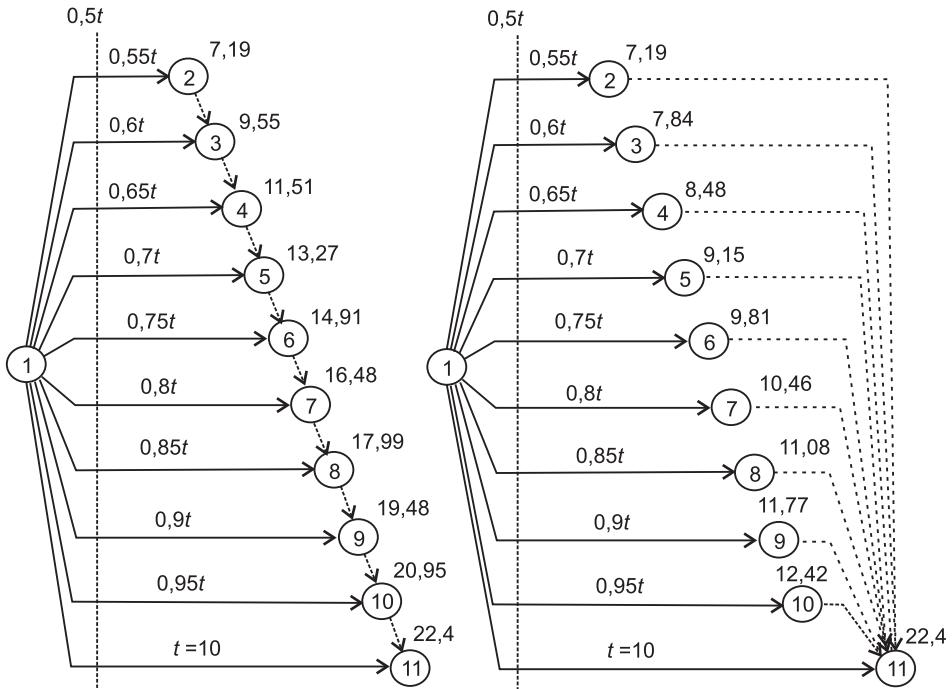


Рис. 8. Варианты параллельной структуры

полнительные ресурсные связи на данном объекте. Кроме того, требуют учета два дополнительных параметра: дата начала реализации и дата планирования. Изложенные в [2] соображения и расчеты позволяют преобразовать первоначальную модель (см. рис. 5) в следующую. В ней отображены дополнительные ресурсные и объектные связи, вызванные возможным использованием ресурсов F , G , H в период от даты планирования до даты начала реализации (начала работ на объекте 5).

Данная модель (рис. 9) и будет расчетной моделью цепочки работ с учетом даты планирования и неявных ресурсных и объектных связей (мо-

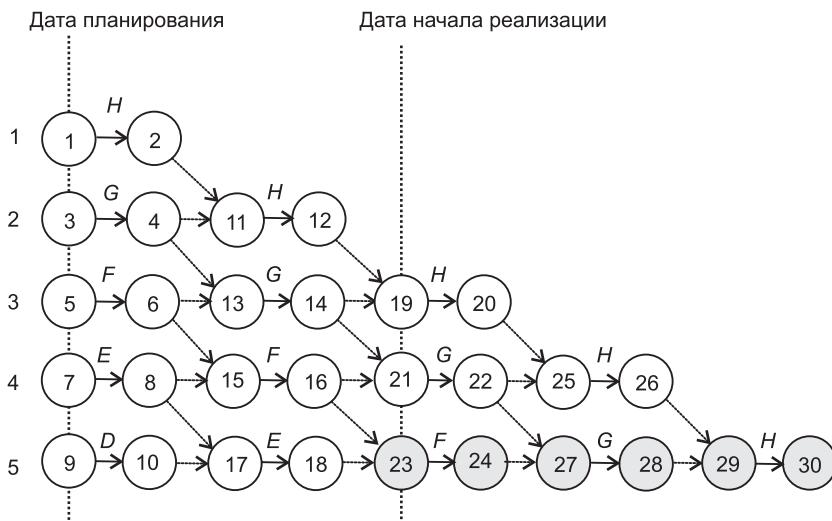
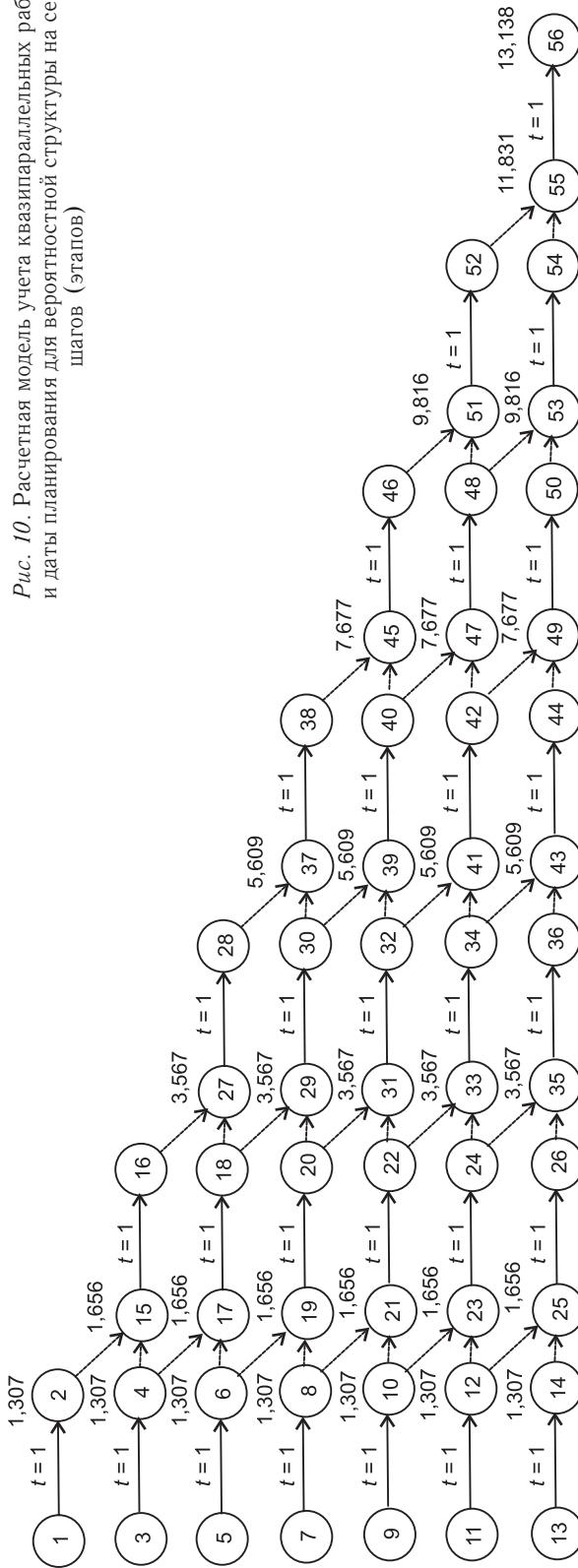


Рис. 9. Модель цепочки работ с учетом даты планирования и неявных ресурсных и объектных связей

Рис. 10. Расчетная модель учета квазипараллельных работ и даты планирования для вероятностной структуры на семь шагов (этапов)



делью квазипараллельных работ). **Квазипараллельными** (как будто бы параллельными) являются работы исполнителей, находящиеся вне поля графика и **вызывающие неявные ресурсные и объектные связи** к событиям данного графика.

Результаты расчета вероятностных параметров модели из семи шагов для работ высокого уровня организации и управления представлены на рис. 10. Они показывают значительное смещение математического ожидания поздних сроков свершения событий на каждом шаге, причем отклонение от плановых сроков возрастает с увеличением числа шагов. Так, если после первого шага наиболее вероятный срок свершения события 25 был 1,656 (при планируемом сроке 1,0), то после шестого шага математическое ожидание сроков свершения события 55 составило 11,831 (при планируемом 6,0).

Распределение итоговых вероятностных параметров сроков событий 56 представлено на рис. 11.

Исключение влияния на результаты коэффициентов первой и второй группы (1,307 [4]) позволило установить значения отклонений математического ожидания сроков свершения событий от плановых на каждом шаге: 0; 0,267; 0,729; 1,292; 1,874; 2,510; 3,052. Следует отметить, что значение

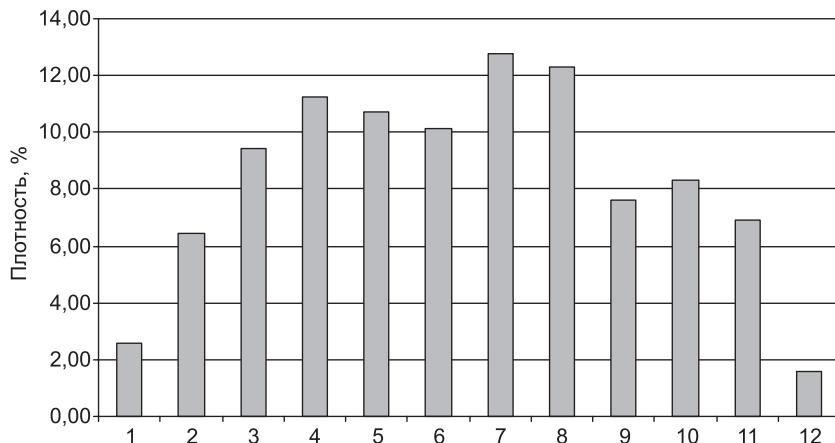


Рис. 11. Плотность распределения 12 равновероятных значений сроков свершения события 56

0,267 полностью соответствует $K_3^5 = 1,27$, так как первый шаг рассмотренной структуры эквивалентен расчетной модели параллельных работ (см. рис. 1). Нелинейный рост дальнейших отклонений вызван увеличением диапазона продолжительности работ каждого шага при суммировании вероятностных параметров. (Фактический рост будет даже несколько больше в связи с объединением крайних интервалов при укрупнении ряда из 144 равновероятных значений в 12 в соответствии с универсальным алгоритмом.)

Соотнесение полученных отклонений с порядковым номером шага позволило установить отклонения вероятных сроков свершения событий от планируемых на каждом шаге, %: 0; 13,35; 24,3; 32,3; 37,48; 41,83; 43,6. Принимая в качестве среднего значения величину 25–30 % и планируя работу исполнителя H (события 29–30 рис. 9), можно предполагать, что при временном интервале между датой планирования и плановой датой свершения события 29 — 10 недель, наиболее вероятный срок начала работы исполнителя H составит 12,5–13 недель. Аналогичные тенденции выявлены и при планировании последовательных работ исполнителей среднего и низкого уровней организации и управления.

Таким образом, для последовательных работ также имеют место коэффициенты смещения сроков свершения событий за счет квазипараллельных работ. Рассчитанные выше значения этих коэффициентов могут использоваться при оценке последовательных процессов.

Расчеты позволяют установить горизонт эффективного оперативного планирования [2], который определяется отклонением фактических сроков работ от плановых на последнем шаге. Представляется, что это отклонение не должно превышать 0,7–1,0 величины шага. Тогда, 3–4 шага и есть величина эффективного горизонта оперативного планирования для исполнителей высокого уровня организации. Для исполнителей среднего уровня эта величина также составит 3–4 шага в соответствии со значением $K_3^4 = 1,27$, для исполнителей с низким и неустановленным уровнем — 2–3 шага ($K_3^3 = 1,36$, $K_3^{345} = 1,32$).

Для условий рис. 7 был произведен перерасчет графика, с учетом того что исполнители работ 5–6, 4–7 и 4–8 к запланированному сроку

начала соответствующих работ могут быть задействованы на других объектах (выполнять квазипараллельные работы). На графике (рис. 12) эти квазипараллельные работы обозначены как 1–10к; 1–11к; 1–12к с продолжительностью каждой работы, соответствующей ранним срокам свершения событий 4 и 5. Результаты расчета вероятностных параметров событий графика с учетом квазипараллельных работ представлены в скобках над соответствующими параметрами, рассчитанными ранее. Анализ этих данных показывает, что срок свершения последнего события 9 увеличился с 49,86 до 53,23, т.е. на 6,76 %. Аналогичные расчеты, выполненные для исполнителей среднего и низкого уровней, показали, что смещение математических ожиданий сроков свершения события 9 составило 6,7 и 7,18 % соответственно.

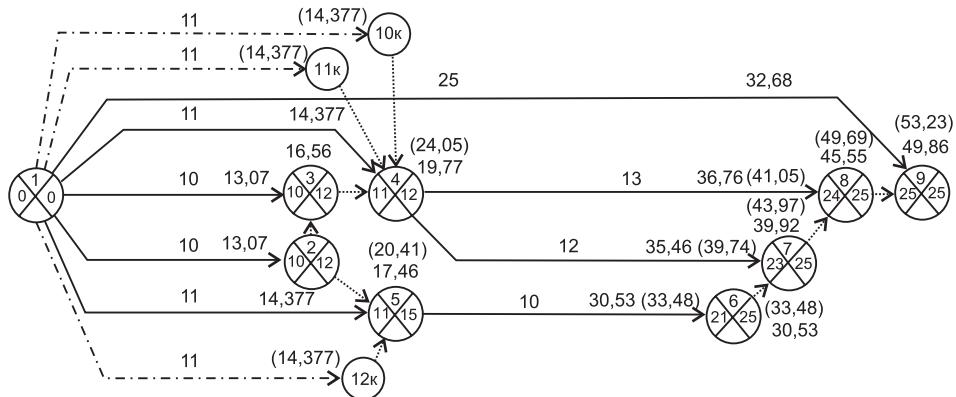


Рис. 12. Сетевой график с вероятностными параметрами для исполнителей высокого уровня (включая квазипараллельные работы)

Изложенные выше результаты относятся к отдельным технологическим процессам (отдельным работам), которые реализуются в ходе функционирования частного потока. Вместе с тем особый интерес представляют исследования вероятностных параметров работ более высокого уровня иерархии. Результаты расчетов частного, специализированного объектного и комплексного потоков [3] для высокого, среднего, низкого и неустановленного уровней организации и управления [4] представлены ниже.

В табл. 2 приведены значения вероятностных параметров потоков всех уровней иерархии относительно соответствующих детерминированных оценок [3]. Так, для комплексного потока со средним уровнем организации математическое ожидание сроков его окончания возрастет в сравнении с детерминированными оценками в 2,446 раза. С увеличением уровня иерархии уменьшаются относительные (относительно соответствующей продолжительности потока) дисперсия и диапазон значимых равновероятных сроков свершения событий, т.е. потоки становятся более устойчивыми.

На рис. 13 даны графики плотности распределения 12 равновероятных значений продолжительности работы потоков для исполнителей высокого уровня организации и управления. Очевидно увеличение «нормальности» законов распределения продолжительности работы с ростом иерархического уровня.

Сущность календарного планирования работ с вероятностными...

Таблица 2

Относительные расчетные вероятностные параметры потоков для исполнителей различного уровня

Уровень исполнителя		Равновероятные сроки окончания работ										$P(t) = 0,5(t_{\text{но}})$		$P(t) = 0,75$		
иерархии	потока	Высокий	0,729	0,760	0,807	0,847	0,910	0,965	1,056	1,209	1,325	1,587	2,104	3,390	1,307	1,456
Частный поток	Средний	0,908	0,996	1,062	1,126	1,201	1,290	1,415	1,578	1,781	2,110	2,778	4,464	1,726	1,946	
	Низкий	1,132	1,362	1,563	1,777	2,008	2,277	2,621	3,098	3,720	4,789	6,127	10,040	3,376	4,255	
	Неустан.	0,830	0,960	1,060	1,160	1,270	1,420	1,580	1,810	2,150	2,770	3,580	5,480	2,006	2,460	
	Специалистированный поток	Высокий	1,434	1,527	1,582	1,630	1,669	1,708	1,747	1,792	1,838	1,887	1,955	2,079	1,737	1,863
Специалистированный поток	Средний	1,893	2,016	2,088	2,152	2,203	2,255	2,306	2,365	2,426	2,492	2,580	2,744	2,293	2,459	
	Низкий	3,787	4,105	4,290	4,448	4,574	4,709	4,837	4,984	5,134	5,303	5,519	5,928	4,801	5,219	
	Неустан.	2,222	2,390	2,489	2,571	2,639	2,709	2,778	2,855	2,935	3,022	3,137	3,352	2,758	2,978	
	Объектный поток	Высокий	1,762	1,786	1,800	1,811	1,820	1,829	1,838	1,847	1,855	1,866	1,879	1,903	1,833	1,861
Комплексный поток	Средний	2,325	2,358	2,377	2,391	2,403	2,414	2,425	2,438	2,448	2,464	2,481	2,511	2,420	2,456	
	Низкий	4,882	4,964	5,009	5,045	5,076	5,105	5,133	5,163	5,192	5,228	5,271	5,349	5,118	5,210	
	Неустан.	2,801	2,844	2,868	2,887	2,903	2,918	2,933	2,949	2,964	2,983	3,006	3,047	2,925	2,974	
	Высокий	1,838	1,844	1,846	1,849	1,851	1,853	1,855	1,856	1,858	1,861	1,863	1,868	1,854	1,860	
Комплексный поток	Средний	2,426	2,433	2,437	2,440	2,443	2,446	2,448	2,450	2,453	2,456	2,460	2,466	2,446	2,454	
	Низкий	5,135	5,153	5,163	5,171	5,177	5,183	5,189	5,195	5,202	5,209	5,218	5,234	5,186	5,206	
	Неустан.	2,934	2,944	2,949	2,953	2,956	2,960	2,963	2,966	2,970	2,973	2,978	2,987	2,961	2,971	

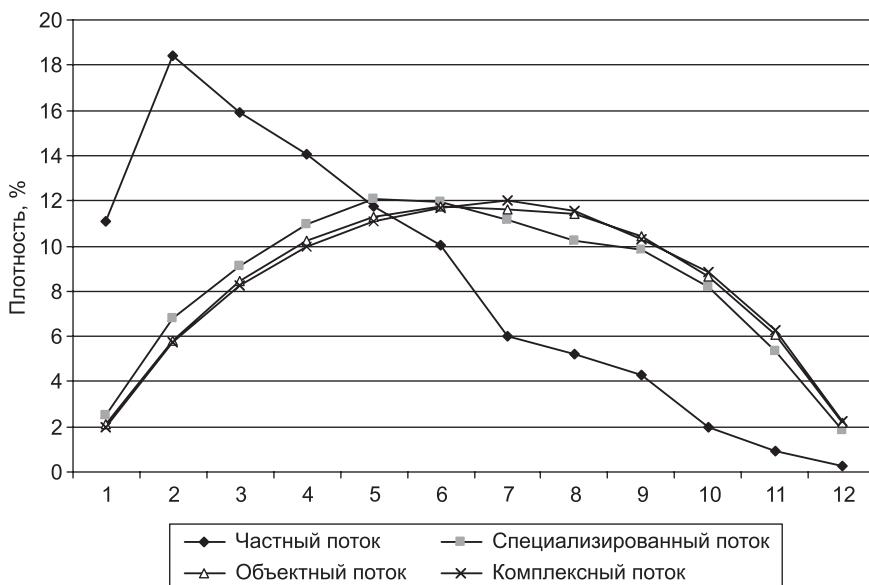


Рис. 13. Графики плотности распределения 12 равновероятных значений продолжительности работы потоков различной иерархии

Представленные данные показывают значительное смещение математического ожидания вероятных сроков выполнения работ для исполнителей различного уровня организации и управления (от 30 до 420 % от плановых детерминированных оценок), что и подтверждается современной практикой строительства.

Выводы. 1. Исследование сущности календарных планов показало, что на их итоговые показатели помимо вероятностных параметров отдельного технологического процесса влияют, прежде всего: параллельные и квазипараллельные работы, структура календарного плана и иерархическая структура исполнителей.

2. Влияние параллельных (одновременно функционирующих) работ на сроки свершения совместных событий календарного плана проявляется в том, что эти сроки определяются максимальным (из двух или более) сроком окончания какой-либо работы. В этих условиях происходит смещение математического ожидания вероятного срока свершения совместного события от его детерминированной оценки.

Так как продолжительности выполнения каждой работы являются независимыми случайными величинами (X и Y), для поиска закона распределения величины $Z = \max(X, Y)$ разработаны вычислительные процедуры, реализованные в среде MS Excel на основе универсального метода. Сущность его в последовательной парной композиции ряда равновероятных сроков раннего окончания одной работы с равновероятными сроками раннего окончания другой, при выборе максимальных в каждой композиции. Для двух параллельных работ равной продолжительности смещение математического ожидания составит при уровне организации и управления: высоком и среднем — 27 %; низком — 36; неустановленном — 32 %.

3. Расчеты вероятностных параметров работ различных структур календарных графиков показали значительное смещение математического

ожидания сроков свершения событий от детерминированных оценок (на 50–90 % в зависимости от типа структуры, уровня организации и управления исполнителей).

Для разных типов структур установлено влияние явных и неявных ресурсно-объектных связей на вероятностные параметры соответствующих событий. Выявлены работы, вызывающие неявные ресурсно-объектные связи (квазипараллельные работы). Величина смещения математического ожидания последовательных работ будет эквивалентна смещению математического ожидания двух квазипараллельных (параллельных) работ. Реализация предложенной модели, учитывающей квазипараллельные работы и временной интервал между датами планирования и начала работ, позволила определить возможное смещение вероятных сроков выполнения работ в зависимости от уровня организации и управления (25–40 %). Для различных условий установлен горизонт эффективного оперативного планирования, величина которого составила от 2 до 4 шагов (работ графика).

4. Исследована иерархическая структура (частный, специализированный, объектный и комплексный потоки) и определены зависимости в изменении вероятностных параметров работ каждого уровня иерархии. С увеличением уровня иерархии уменьшаются относительные (относительно соответствующей продолжительности потока) дисперсия и диапазон значимых равновероятных сроков свершения событий, потоки становятся более устойчивыми, законы распределения продолжительности их функционирования приближаются к нормальному закону.

Расчет модели с помощью универсального метода показал, что для исполнителей высокого уровня организации и управления смещение наиболее вероятного срока от детерминированных оценок составит: для специализированного потока 74 %; для объектного — 83; для комплексного потока 85 %. Для исполнителей среднего и низкого уровней это смещение — от 130 до 150 % и от 380 до 420 % соответственно.

5. Полученные результаты позволяют обосновать отклонение фактических сроков выполнения работ от плановых (детерминированных) и подтверждают необходимость использования вероятностного подхода при календарном планировании инвестиционных строительных проектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калугин, Ю.Б. Расчет календарных планов работ с вероятностными временными параметрами [Текст] / Ю.Б. Калугин // Изв. вузов. Строительство. — 2011. — № 10. — С. 51–59.
2. Калугин, Ю.Б. Прогнозирование сроков реализации проекта с помощью модели квазипараллельных работ [Текст] / Ю.Б. Калугин // Изв. вузов. Строительство. — 2011. — № 3. — С. 45–51.
3. Калугин, Ю.Б. Календарное планирование работ с вероятностными временными параметрами в иерархических структурах [Текст] / Ю.Б. Калугин // Изв. вузов. Строительство. — 2012. — № 10. — С. 30–39.
4. Калугин, Ю.Б. Особенности и сущность расчета вероятностных временных параметров отдельной работы (технологического процесса) [Текст] / Ю.Б. Калугин // Изв. вузов. Строительство. — 2013. — № 8. — С. 104–109.

*КАЛУГИН Юрий Борисович, д-р техн. наук, проф.; E-mail: Yuri_Kalugin@inbox.ru
Военный институт железнодорожных войск и военных сообщений, г. Санкт-Петербург*

Получено 13.07.13

Kalugin Yury Borisovich, doctor of technical sciences, professor; E-mail: Yuri_Kalugin@inbox.ru, Military Institute of Rail Transport Troops and Military Communications, Saint-Petersburg, Russia

ESSENCE OF SCHEDULING OF WORKS WITH PROBABILISTIC TEMPORARY PARAMETERS

The essence and theoretical bases of scheduling of works with probabilistic temporary parameters are stated. Are revealed influence of structure of the planned schedule, parallel and quasiparallel works on reliability of terms of its performance. Are established increases in mathematical expectations of works for various levels of the organization and hierarchy.

Key words: reliability of plans, probabilistic temporary parameters, the mathematical expectations, predicting the timing.

REFERENCES

1. Kalugin, Yu.B. Calculation of the schedules of work with probabilistic temporary parameter [Text] / Yu.B. Kalugin // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 2011. — N 10. — P. 51–59.
 2. Kalugin, Yu.B. Predicting the timing of the project with the help of a model quasi-parallel processes [Text] / Yu.B. Kalugin // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 2011. — N 3. — P. 45–51.
 3. Kalugin, Yu.B. Planning of works with probabilistic temporary parameters in hierarchical structures [Text] / Yu.B. Kalugin // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 2012. — N 10. — P. 30–39.
 4. Kalugin, Yu.B. Features and essence of calculation of probabilistic temporary parameters for work (technological process) [Text] / Yu.B. Kalugin // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 2013. — N 8. — P. 104–109.
-

УДК 69.05:658.514

О.И. НЕДАВНИЙ, С.М. КУЗНЕЦОВ, Н.М. КАНДАУРОВА

ОБОСНОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Предложена методика обоснования времени производства строительных работ. С помощью этой методики можно провести статистическую обработку исходных данных и рассчитать организационно-технологическую надежность времени производства работ на любом строительном объекте.

Ключевые слова: техническое и тарифное нормирование, обработка натурных испытаний, информационные технологии.

Обоснование времени производства строительных работ осуществляется путем проведения наблюдений. В зависимости от цели изучения строительного процесса различают две разновидности наблюдений. Организационные наблюдения проводят с целью изучения новых методов и приемов труда и исследования потерь рабочего времени. Нормативные наблюдения предназначены для получения исходных данных при проектировании новых производственных норм.

В результате нормативных наблюдений получают показатели затрат труда на единицу продукции, сопровождаемые характеристикой производственных условий:

$$H_{зт} = \frac{100}{100 - (t_{пп} + t_{пзр} + t_{олм})} t_{опз}, \quad (1)$$

где $t_{опз}$ — время оперативной работы по заданию;

$t_{пп}$ — время технологических перерывов (0 %);

$t_{пзр}$ — время на подготовительно-заключительные работы (4 % от $t_{опз}$);

$t_{олм}$ — время на отдых и личные надобности (15 % от $t_{опз}$).

Для доказательства обоснованности значений базы данных по результатам натурных испытаний проводилось два этапа проверки (очистки) [1]:

— логическая, при которой по замечаниям наблюдателя из рядов исключаются значения, не относящиеся к нормируемому процессу (частный разговор во время работы; случайное применение другого, не соответствующего общей характеристике материала);

— математическая, при которой методами математической статистики определяют правомерность отклонений.

Проверка устойчивости (реальности, адекватности) ряда (заметим, что ряд — выборка значений фактора, включенных в базу данных) начиналась с вычисления коэффициента разброса [1]

$$K_p = \frac{x_{\max}}{x_{\min}}, \quad (2)$$

где x_{\max} и x_{\min} — соответственно наибольшее и наименьшее значения в ряду.

В зависимости от значения коэффициента разброса устойчивость ряда проверялась по одному из трех вариантов [1].

1. При значении коэффициента разброса $K_p \leq 1,3$ — ряд считается устойчивым и очистки не требует.

2. При значении коэффициента разброса $1,3 < K_p \leq 2$ — проверка производится по методу определения предельных значений.

Сразу вычисляется среднее значение ряда

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3)$$

где x_i — i -й член ряда;

n — количество членов в ряду.

Проверяются все «подозрительные» значения (\max , \min) путем расчета их теоретически возможных значений по формулам:

$$x_{\max}^m = \bar{x}^m + k(x_{\max}^n - x_{\min}^n); \quad (4)$$

$$x_{\min}^m = \bar{x}^m - k(x_{\max}^n - x_{\min}^n); \quad (5)$$

$$\bar{x}^m = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - x_{\text{подоз}}}{n-1}, \quad (6)$$

где \bar{x}^m — вычисляется после исключения из хронометражного ряда значений, подозреваемых в ошибочности; x_{\max}^n , x_{\min}^n — берутся в «очищенном» ряду (ближайшие к экстремальным очередные значения); k — коэффициент, учитывающий количество наблюдений n (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент, учитывающий размер ряда

n	4	5	6	7 – 8	9 – 10	11 – 15	16 – 30	31 – 50
k	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7

Если $x_{\max}^m \geq x_{\max}^n$ и $x_{\min}^m \leq x_{\min}^n$, то ряд очистки не требует, в противном случае x_{\max}^n или x_{\min}^n должны быть исключены из ряда.

3. При значении коэффициента разброса $K_p > 2$ — проверка осуществляется по средней квадратической ошибке, которая определяется по формуле

$$\varepsilon = \pm \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}. \quad (7)$$

Если $\varepsilon \leq \varepsilon_{\text{доп}}$, то ряд устойчив, очистки не требует. Допустимая средняя квадратическая ошибка определяется по табл. 2.

Таблица 2

Допустимая средняя квадратическая ошибка

Число элементов процесса	$\varepsilon_{\text{доп}}$
До 5	7 % = 0,07
Более 5	10 % = 0,10

Если $\varepsilon > \varepsilon_{\text{доп}}$, то ряд нуждается в очистке. Чтобы определить, какое значение x_{\max} или x_{\min} подлежит исключению, необходимо рассчитать два коэффициента:

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - x_{\min}}{\sum_{i=1}^n x_i - x_{\max}}; \quad (8)$$

$$\beta_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - x_{\min} \sum_{i=1}^n x_i}{x_{\max} \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i^2}. \quad (9)$$

Если $\beta_1 < \beta_2$, исключается x_{\min} , иначе — исключается x_{\max} .

За одну проверку можно исключить лишь одно значение. После каждой «очистки» снова определяется K_p . Исключается не более 10 % от числа наблюдений. В противном случае наблюдения объявляются некачественными, и их требуется повторить. Проверка и очистка ряда ведутся до тех пор, пока не будет доказана устойчивость ряда или его некачественность.

После того как ряд будет очищен, среднее значение (\bar{x}) по нему принималось за продолжительность выполнения данной операции.

Совершенствование метода обработки натурных испытаний рассмотрим на примере покрытия полов линолеумом. Данные испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3
Монтаж стеновых панелей

Операция	Продолжительность выполнения операций, мин									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наружный осмотр панели	5,7	5,7	6,0	6,0	6,0	7,8	5,5	5,2	5,0	5,0
Наклейка пароизола	6,5	6,54	7,0	7,0	6,0	6,6	6,6	5,1	7,5	7,0
Строповка	5,2	5,4	6,0	5,8	5,8	5,8	6,0	6,0	5,6	5,6
Перемещение к месту монтажа	3,5	3,7	4,0	4,0	4,0	4,0	3,7	3,7	3,5	3,5
Установка панели с выверкой	6,6	6,7	8,0	8,5	8,5	8,5	7,0	8,0	8,4	8,2
Расстроповка	12,0	12,0	14,0	14,0	14,0	12,0	11,0	11,0	11,9	11,5

Для доказательства обоснованности значений базы данных по результатам натурных испытаний проводилась логическая и математическая проверка (очистка) испытаний [1].

Очистка рядов результатов натурных испытаний перед включением их в базу данных проводилась с помощью программы «Ргос». В табл. 4–9 приведен листинг работы программы. В табл. 4 показаны основные параметры матрицы исходных данных (см. табл. 3).

Исходные данные в программе «Ргос» представлены в табл. 3. Автоматом предлагается заменить массив (см. табл. 3) выборкой всех возмож-

Таблица 4
Входные данные

Показатель	Величина
Количество факторов, шт.	6
Количество испытаний, шт.	10
Количество связей, шт.	3
Уровень значимости	0,05

ных вариантов продолжительности производства работ по покрытию полов линолеумом. Количество максимально возможных вариантов продолжительности работ для прямоугольной матрицы определяется по формуле

$$N = n^m, \quad (10)$$

где n — количество испытаний, шт.;

m — количество рассматриваемых факторов, шт.

В рассматриваемом примере для табл. 5 количество максимально возможных вариантов продолжительности работ составляет 100 тыс. шт. ($N = 10^5 = 100\ 000$).

Таблица 5
Натурные испытания (до очистки)

№ п/п	1	2	3	4	5	6
1	5,7	6,5	5,2	3,5	6,7	12,0
2	5,7	6,54	5,4	3,7	6,7	12,0
3	6,0	7,0	6,0	4,0	8,0	14,0
4	6,0	7,0	5,8	4,0	8,5	14,0
5	6,0	6,0	5,8	4,0	8,5	14,0
6	7,8	6,6	5,8	4,0	8,5	12,0
7	5,5	6,6	6,0	3,7	7,0	11,0
8	5,2	5,1	6,0	3,7	8,0	11,0
9	5,0	7,5	5,6	3,5	8,4	11,9
10	5,0	7,0	5,6	3,5	8,2	11,5

После математической обработки данных табл. 3 (см. [1]) из первого и второго ряда были исключены первые элементы (7,8 и 5,1). Результаты очистки представлены в табл. 6, для которой максимальное количество возможных вариантов продолжительности работ составляет 810 тыс. шт.

При традиционном способе обработки натурных испытаний окончательные результаты расчета представлены в табл. 7.

В результате нормативных наблюдений получим затраты труда на единицу продукции

$$H_{3T} = \frac{100}{100 - (t_{tp} + t_{npr} + t_{olm})} t_{opz} = \frac{100}{100 - (0 + 4 + 15)} \times \\ \times (5,67 + 6,75 + 5,72 + 3,76 + 7,84 + 12,34) = 51,95.$$

Таблица 6

Натурные испытания (после очистки)

№ п/п	1	2	3	4	5	6
1	5,7	6,5	5,2	3,5	6,7	12,0
2	5,7	6,54	5,4	3,7	6,7	12,0
3	6,0	7,0	6,0	4,0	8,0	14,0
4	6,0	7,0	5,8	4,0	8,5	14,0
5	6,0	6,0	5,8	4,0	8,5	14,0
6	—	6,6	5,8	4,0	8,5	12,0
7	5,5	6,6	6,0	3,7	7,0	11,0
8	5,2	—	6,0	3,7	8,0	11,0
9	5,0	7,5	5,6	3,5	8,4	11,9
10	5,0	7,0	5,6	3,5	8,2	11,5

Таблица 7

Результаты обработки натурных испытаний

Показатель	1	2	3	4	5	6
Количество испытаний (N)	9	9	10	10	10	10
Минимальное значение ряда (x_{\min})	5,000	6,000	5,200	3,500	6,600	11,000
Среднее значение ряда ($x_{\text{ср}}$)	5,667	6,749	5,720	3,760	7,840	12,340
Максимальное значение ряда (x_{\max})	6,000	7,500	6,000	4,000	8,500	14,000
Средняя квадратическая ошибка (ϵ)	0,025	0,021	0,015	0,019	0,031	0,031
Коэффициент разброса ($K_p = x_{\max} / x_{\min}$)	1,200	1,250	1,154	1,143	1,288	1,273

Далее производилась статистическая обработка выборки продолжительности производства работ по устройству линолеума, которая была получена на основе табл. 6. Основные параметры выборки представлены в табл. 8.

По данным эмпирического и теоретического распределения продолжительности производства работ по устройству линолеума сформирован рис. 1.

С помощью данных рис. 1 был построен и рис. 2 [1].

Авторами разработано программное обеспечение «Ргос», позволяющее автоматизировать трудоемкий процесс обработки нормативных наблюдений с целью получения исходных данных для технического и тарифного нормирования. А также предлагается продолжительность выполнения операций определять по формуле

$$x_n = \bar{x} + r, \quad (11)$$

где r — риск продолжительности выполнения операций.

Продолжительность выполнения операций по формуле (11) (с минимальным риском) $x_n = \bar{x} + r = 41,98 + 1,22 = 43,2 < 51,95$ продолжительности

Таблица 8
Продолжительность работ

Показатель	Величина
Входные данные	
Количество опытов, шт.	810000
Уровень значимости	0,05
Количество степеней свободы, шт.	17
Количество диапазонов, шт.	20
Выходные данные	
Минимальное значение фактора	37,3
Максимальное значение фактора	46,0
Выборочное среднее значение фактора	41,98
Среднее линейное отклонение фактора	1,219
Среднее квадратическое отклонение фактора	1,507
Стандартное отклонение фактора	1,507
Средняя квадратическая ошибка фактора	0,00167
Ошибка в % от среднего значения фактора	0,00399
Эмпирическая дисперсия выборки	2,2708
Вариации отклонения от среднего значения	1,4865
Риск отклонения от среднего значения	1,2192
Коэффициент вариации	0,0359
Вычисленное значение критерия Пирсона	26,17
Табличное значение критерия Пирсона	27,59
Количество интервалов	20

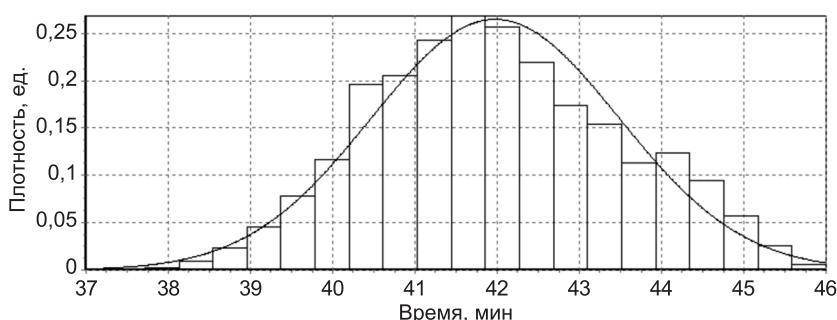


Рис. 1. Плотность распределения вероятностей продолжительности производства работ по устройству линолеума

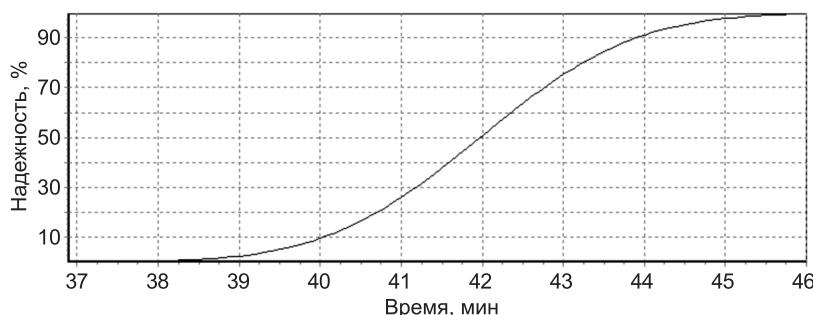


Рис. 2. Надежность затрат труда по устройству линолеума

операций, вычисленной по формуле (1). Следовательно, в данном примере продолжительность операций по общепринятой формуле сильно завышена.

Авторы предлагают определять риск продолжительности выполнения операций по формуле

$$r = \sqrt{V}, \quad (12)$$

где V — вариация отклонения от среднего значения продолжительности выполнения операций.

Вариация отклонения от среднего значения продолжительности выполнения операций устанавливается по формуле

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} V_{ij}^n}{n^2}, \quad (13)$$

где V_{ij}^n — ковариация продолжительности выполнения операций при использовании i -го и j -го испытания.

Ковариация продолжительности выполнения операций при использовании i -го и j -го испытания определяется по формуле

$$V_{ij} = (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}). \quad (14)$$

Вывод. Разработана модель обоснования времени производства строительных работ. Модель позволит с большей уверенностью планировать их ритмичную работу, точнее определять времена (сроки, длительность) производства строительно-монтажных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов, С.М. Результаты натурных испытаний строительных машин по времени [Текст] / С.М. Кузнецов, К.С. Кузнецова, М.Ю. Серов, М.М. Титов // Механизация строительства. — 2011. — № 6. — С. 23–27.
2. Исаков, А.Л. Оптимизация работы комплекса машин при строительстве объектов [Текст] / А.Л. Исаков, К.С. Кузнецова, С.М. Кузнецов // Изв. вузов. Строительство. — 2012. — № 1. — С. 52–57.

НЕДАВНИЙ Олег Иванович, д-р техн. наук, проф.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет
КУЗНЕЦОВ Сергей Михайлович, канд. техн. наук, доц.*

*Сибирский университет путей сообщения, г. Новосибирск
КАНДАУРОВА Надежда Михайловна, канд. техн. наук, доц.*

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)*

Получено после доработки 12.07.13

Nedavniy Oleg Ivanovich, doctor of technical sciences, professor, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Russia

Kuznetsov Sergey Mihaylovich, candidate of technical sciences, assistant professor, Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia

Kandaurova Nadezhda Mihaylovna, candidate of technical sciences, assistant professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia

SUBSTANTIATION OF TIME OF MANUFACTURE OF CIVIL WORK

The technique of a substantiation of time of manufacture of civil work is offered. By means of this technique it is possible to spend statistical processing of the initial data and to calculate organizational-technological reliability of time of manufacture of works on any building object.

Key words: technical and tariff rationing, processing of natural tests, information technology.

REFERENCES

1. Kuznetsov, S.M. Results of natural tests of construction cars on time [Text] / S.M. Kuznetsov, K.S. Kuznetsova, M.Yu. Serov, M.M. Titov // Mechanization of Construction. — 2011. — N 6. — P. 23–27.
 2. Isakov, A.L. Optimization of work of the complex of cars at building of objects [Text] / A.L. Isakov, K.S. Kuznetsova, S.M. Kuznetsov // News of Higher Educational Institutions. Construction. — 2012. — N 1. — P. 52–57.
-

УДК 624.159 + 624.131

**Р.В. САМЧЕНКО, Л.В. ЩЕРБИНА, И.В. СТЕПУРА, А.С. ШОКАРЕВ,
А.И. ЮХИМЕНКО, Е.А. ШОКАРЕВ**

О ПРОБЛЕМАХ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СПОСОБАХ ИХ РЕШЕНИЯ

При реконструкции поврежденных зданий в первую очередь необходимо устранять их деформации, в том числе крены. Эффективным способом ликвидации кренов зданий является частичная выемка грунтов основания в слое под фундаментами бурением горизонтальных скважин переменных параметров. Для компенсации недостающей несущей способности оснований при увеличении нагрузки на фундаменты рекомендуется усиливать основания горизонтальным армированием грунтов буросмесительной технологией, при которой в результате перемешивания разуплотненного грунта с водоцементным раствором и твердения смеси образуется грунтоцементный армирующий элемент. Для реализации этих технологий разработаны и изготовлены буровые станки горизонтального бурения.

Ключевые слова: реконструкция, деформации зданий, крены, устранение кренов, усиление оснований, армирование грунтов, несущая способность.

В условиях дефицита финансирования капитального строительства на одно из первых мест выходят вопросы перепланировки территорий центральных частей мегаполисов в соответствии с современными тенденциями в градостроительстве и реконструкции существующих объектов строительства. Реконструкция таких зданий часто связана с увеличением их этажности и пристройкой дополнительных площадей в условиях плотной застройки. В связи с этим можно сказать, что проблемы реконструкции, с учетом требований к зданиям и сооружениям, связаны с решением многофакторной задачи, в которой гармонично должны быть увязаны вопросы технологического, финансового, социального и других порядков.

В процессе длительной эксплуатации зданий и сооружений в условиях ненадлежащего содержания территории застройки и несвоевременного текущего и капитального ремонта водонесущих коммуникаций происходят значительные изменения прочностных и деформационных свойств грунтов основания. В большинстве случаев это приводит к неравномерным деформациям здания в целом. Если величина таких деформаций превышает предельно допустимые нормами значения, то возникает необходимость проведения работ по восстановлению эксплуатационной надежности объектов реконструкции. Особенно актуальны эти вопросы в случаях, если здания и сооружения памятники архитектуры.

В качестве примера можно привести реконструкцию 4-этажного кирпичного здания общежития Днепродзержинского металлургического комбината [1], которая осуществлялась в 1995 г. хорватской фирмой «Будсервис» совместно с Днепропетровским трестом реконструкции и развития. Зданию общежития более 100 лет и оно является историческим памятником. Основание здания сложено природными просадочными грунтами. Фундаменты под несущими конструкциями ленточные, бутовые. В плане под 1/4 частью здания располагался подвал. При реконструкции предполагались надстройка одного этажа, замена деревянных

© Самченко Р.В., Щербина Л.В., Степура И.В., Шокарев А.С., Юхименко А.И.,
Шокарев Е.А., 2013

конструкций перекрытий и покрытия на железобетонные, перепланировка внутренних помещений в связи с изменением функционального назначения здания — из общежития в современную заводскую гостиницу.

В процессе эксплуатации, из-за неравномерных просадок грунтов основания вследствие многочисленных утечек из водонесущих коммуникаций и локального подъема уровня подземных вод, произошли существенные неравномерные деформации основания здания. Они привели к прогибу и крену объекта реконструкции в целом и образованию многочисленных трещин в стенах. Было принято решение в первую очередь ликвидировать крен здания и устранить его прогиб.

Выравнивание осложнялось малой жесткостью здания, поскольку при подготовке к реконструкции подрядчик демонтировал покрытие и перекрытия, а также заполнение оконных и дверных проемов, т. е. в здании полностью отсутствовали горизонтальные связи, и его жесткость обеспечивалась только вертикальными связями в виде стен. Было принято решение, до проведения мероприятий по выравниванию здания, выполнить подготовительные ремонтно-восстановительные работы в соответствии с рекомендациями Запорожского отделения НИИСК (ЗО НИИСК) [2]. В результате усиления основных несущих конструкций была существенно повышена пространственная жесткость здания.

После ремонтно-восстановительных работ запорожской научно-производственной фирмой «Абрис» были осуществлены выравнивание здания и устранение прогиба методом ослабления слоя основания горизонтальными скважинами переменных параметров: диаметров, шагов, длины, количества рядов в различных частях пятна застройки. Основные технологические параметры используемого при реконструкции способа выравнивания жилых и гражданских зданий, получивших кроны в разных (поперечных, продольных, по диагонали) направлениях, а также круглых сооружений, приведены в [3].

Пример технологической схемы устранения поперечного крена здания представлен на рис. 1. Выравнивание накренившихся зданий производится регулированием жесткости основания управляемой частичной выемкой грунта из слоя основания под фундаментами путем бурения горизонтальных скважин переменных параметров. Под действием веса здания целики грунта и своды между скважинами разрушаются, заполняя

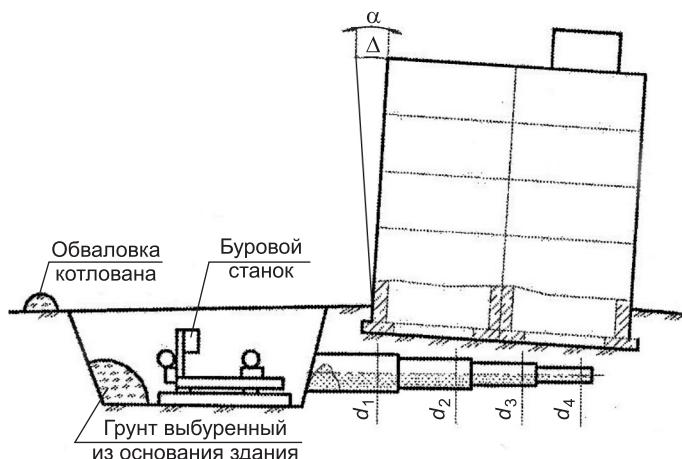


Рис. 1. Технологическая схема устранения поперечного крена здания

полости, разрушенный грунт уплотняется. Расчетный объем вынутого грунта должен быть равным объему пространственной эпюры задаваемых обратных осадок фундамента. Поскольку диаметры участков скважин постепенно уменьшаются в направлении от менее осевшей к более осевшей части здания по расчетным параметрам, деформации сжатия слоя основания в соответствующем направлении уменьшаются и, следовательно, осадки фундаментов происходят по расчетной эпюре. Ступенчатые горизонтальные скважины бурят станками горизонтального бурения путем постепенного наращивания колонны шнеков разных диаметров. Для бурения горизонтальных скважин в стесненных условиях ЗО НИИСК разработан и изготовлен малогабаритный буровой станок [4]. После бурения проектного объема горизонтальных скважин осуществляется регулирование осадок фундаментов для достижения требуемого пространственного положения здания. Подробно технология процесса выравнивания здания при реконструкции общежития описана в [1].

После выравнивания здания и устранения прогиба был выполнен полный комплекс работ, предусмотренный проектом реконструкции, в частности усиление фундаментов, восстановление сплошности кирпичной кладки путем инъецирования трещин материалами фирмы «SIKA» и др.

В настоящее время с использованием буросмесительной технологии укрепления грунтов [2–4] проводятся работы по реконструкции гостиницы «Днепр» в центре г. Запорожья.

Генплан территории, на которой расположен объект реконструкции, приведен на рис. 2. Реконструкция гостиницы «Днепр» планируется в не-

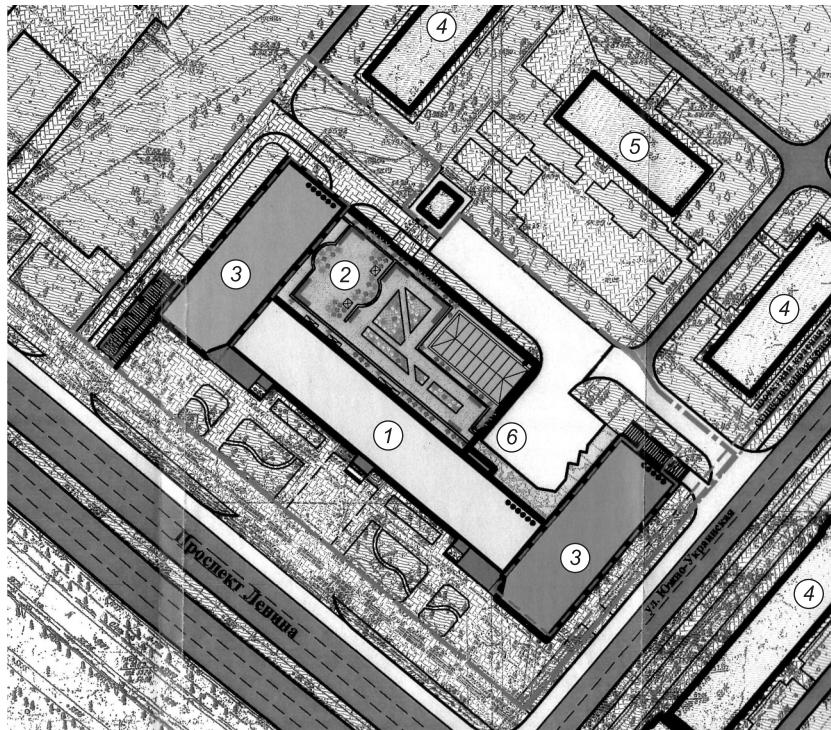


Рис. 2. Генплан реконструкции гостиницы «Днепр»

1 — существующее здание; 2 — пристройка здания фитнес-центра; 3 — пристройка 8-этажных зданий; 4 — жилой дом; 5 — акционерный банк «Бизнес Стандарт»; 6 — технологический двор

сколько этапов: надстройка этажа над существующим зданием 1 — I очередь реконструкции; пристройка со стороны дворового фасада одноэтажного здания фитнес-центра 2 — II очередь; пристройка двух 8-этажных зданий многофункционального назначения по торцам существующего здания 3 — III очередь.

Учитывая многоплановость реконструкции объекта, ЗО НИИСК было выполнено комплексное обследование здания и грунтов в системе «основание — фундаменты — верхнее строение». Обследование включало исследование и анализ свойств грунтов основания с учетом изменения гидрогеологических условий площадки строительства и реконструкции, а также заключение по техническому состоянию конструкций с анализом неравномерных деформаций здания гостиницы в целом. По результатам обследования заказчику выданы заключения и рекомендации для проектирования реконструкции существующего здания и возведения новых, а также по усилению грунтов основания.

Авторы статьи более детально хотели бы остановиться только на одном этапе реконструкции объекта, а именно на усилении основания, вызванном дополнительными нагрузками в связи с надстройкой этажа над существующим зданием.

Краткая характеристика здания. Гостиница «Днепр» возведена в 1961 г. Здание прямоугольной формы в плане, 5-этажное, габаритные размеры $80 \times 14,6$ м, на участке здания длиной 58 м имеется подвал. Ориентировано главным фасадом на центральную магистраль города — проспект Ленина.

Конструктивная схема здания — бескаркасная, с поперечными несущими стенами с шагом 6,4 м и использованием элементов каркаса (колонны и ригели) из сборно-монолитного железобетона в уровне первого этажа.

Фундаменты под несущие конструкции — ленточные, железобетонные. Общий перепад отметок залегания подошвы фундаментов составляет 1,65 м. Стены подвала монолитные железобетонные. Наружные и внутренние несущие стены кирпичные. Колонны и прогоны первого этажа монолитные железобетонные. Перегородки в номерах выполнены из гипсобетонных прокатных панелей размером «на комнату», междуэтажные перекрытия — из сборных железобетонных многопустотных плит по серии ИИ-03-02, лестницы — из сборных железобетонных площадок и маршей, несущие конструкции чердака — из ребристых плит покрытия, которые опираются на систему железобетонных рам и балок.

Грунтовые условия площадки. В процессе инженерно-геологических исследований на площадке реконструкции установлено, что на глубинах: 0,0 — 1,5–2,2 м залегают насыпные; 1,5–2,2 — 12,1–12,5 м — лессовые суглинки и супеси; 12,1–12,5 — 21,6–25,5 м — лессовые суглинки; 21,5–25,5 — 21,7–26,1 м — супеси с примесью дресвы, переходящие в трещиноватую зону гранитов.

На период проведения полевых работ (сентябрь — октябрь 2010 г.) на площадке исследований вскрыт подземный водоносный безнапорный горизонт, уровень которого находится на глубине 3,3–3,7 м от поверхности земли и 1,33–1,90 м от поверхности пола подвала здания. По архивным материалам уровень подземных вод на период строительства в 1961 г. был зафиксирован на глубине 6,3–6,5 м от дневной поверхности. Таким образом, за 45 лет подъем уровня подземных вод составил примерно 3,0 м. Площадка относится к потенциально подтопляемой.

Основанием фундаментов здания являются природные лессовидные суглинки различной консистенции без какого-либо улучшения строительных свойств. Суглинки, залегающие выше кровли водонасыщенных грунтов, при замачивании обладают просадочными свойствами. Величина потенциальной просадки грунтов под фундаментами здания различная из-за разной глубины залегания фундаментов и разницы в уровнях грунтовой воды в «пяtnе» здания. Мощность просадочной толщи под фундаментами, расположенными выше уровня подземной воды, изменяется от 0,5 до 2,1 м. Эти обстоятельства, как показали расчеты, обусловливают изменение величины просадки грунтов основания от 2,38 до 9,29 см.

Большими потенциальными деформациями владеет часть основания здания без подвала. В процессе эксплуатации максимальная абсолютная осадка этой части здания достигла 290 мм, что в 2,9 раза превышает значение максимально допустимой осадки 100 мм, регламентируемой нормативными документами. Максимальная относительная разность осадок также превышает допустимую норму в 2,2–2,8 раза. По характеру деформирования в продольном направлении здания зафиксированы участки «прогиба — выгиба» со стрелой выгиба до 90 мм. Поэтажные железобетонные пояски жесткости и подготовка основания проектом не предусмотрены. Таким образом, по конструктивным решениям здание гостиницы не соответствует требованиям нормативных документов по строительству на просадочных грунтах.

Неравномерные осадки фундаментов вызвали дополнительные напряжения в элементах конструкций здания, что привело к образованию вертикальных и наклонных трещин с шириной раскрытия до 4 мм в стенах подвала и до 8 мм в стенах надземной части.

Кроме указанных выше узких мест, необходимо рассмотреть еще один важный вопрос — фактическую несущую способность основания на данный момент, т.е. до реконструкции.

Учитывая реальные размеры фундаментов, фактические физико-механические характеристики грунтов и действующие нагрузки на каждый фундамент, с помощью методов механики грунтов были установлены расчетные сопротивления грунтов основания под каждым фундаментом, а также выполнены расчеты по определению среднего давления под подошвой фундаментов. Расчетное сопротивление грунтов наиболее нагруженного ленточного фундамента составляет $R = 230 \text{ кН}/\text{м}^2$, среднее давление под подошвой фундамента — $p = 219 \text{ кН}/\text{м}^2$. Хотя условия по несущей способности выполняются, т.е. $R \geq p$, однако запас прочности для восприятия основанием дополнительных нагрузок от надстройки этажа практически отсутствует.

Таким образом, существует комплексная проблема дефицита несущей способности и деформативности основания, которую необходимо решать при выполнении реконструкции с надстройкой этажа здания и обеспечения при этом надежной, безопасной эксплуатации после реконструкции. Для решения комплексной проблемы необходимо принять меры по предупреждению возможных дополнительных неравномерных потенциальных просадочных деформаций основания и обеспечить компенсацию недостающей несущей способности основания при дополнительной нагрузке на основание.

Решение указанной проблемы возможно двумя путями. Первый — для полного исключения деформаций здания подвести сваи под фундаменты с опиранием в скальные грунты, которые расположены на глубине свыше 26,0 м, что технически весьма сложно реализовать и экономиче-

ски нецелесообразно. Второй путь — свести к минимуму возможные неравномерные потенциальные деформации за счет преобразования строительных свойств грунтов под фундаментами.

Преобразования строительных свойств грунтов под фундаментами существующих зданий — проблема многофакторная. Во-первых, работы по укреплению грунтов в процессе реконструкции чаще всего проводятся в стесненных условиях, во-вторых, их приходится выполнять в условиях без прекращения функционирования зданий, сооружений, в том числе без отселения людей, в-третьих, возникают вопросы с выбором эффективных способов, оборудования и т.д.

Анализ известных технологий по улучшению строительных свойств грунтов в рассматриваемых условиях реконструкции гостиницы «Днепр» показал, что ни одна из них неприемлема по разным причинам. Поэтому было предложено выполнить укрепление грунтов основания под фундаментами в части здания без подвала горизонтальным армированием грунтоцементными элементами по буро смесительной технологии¹.

Сущность горизонтальной буро смесительной технологии заключается в следующем. Буровым станком горизонтального бурения при помощи специального устройства буро смесителя разрушают и измельчают структуру грунта без выноса его на поверхность и в зону разрушения подают под давлением 0,7 МПа водоцементный раствор, который буро смесителем тщательно перемешивается с разрушенным и измельченным грунтом. Процессы разрушения и измельчения грунта, подачи цементного раствора и перемешивания его с измельченным грунтом осуществляются одновременно. Грунтоцементная смесь схватывается, твердеет и со временем превращается в грунтобетон достаточно высокой прочности и жесткости, не размокаемый в воде. Грунтоцемент во влажной среде набирает прочность во времени. Прочностные и жесткостные характеристики грунтоцемента могут изменяться в широких пределах, их значения зависят от многих факторов, но основным из них является процентное соотношение цемент : грунт в единице объема. Преимущество этой технологии в том, что она достаточно успешно может применяться для укрепления водонасыщенных грунтов. Данная технология широко используется как при реконструкции, так и при защите поврежденных зданий от дальнейших деформаций. Буро смесительная технология во многих случаях упрощает решение указанных выше проблем, особенно, когда появились отечественные малогабаритные буровые станки горизонтального бурения [4].

С участием ЗО НИИСК выполнено усиление оснований в процессе реконструкции на ряде объектов при надстройке этажей без прекращения эксплуатации зданий, например, поликлиники Центральной клинической больницы им. Гусака в г. Донецке, здания общественных организаций завода «Запорожсталь» в г. Запорожье. Произведено выравнивание более 60 накренившихся зданий в разных регионах Украины. На многих из них после выравнивания усилены грунты оснований горизонтальным армированием. Все эти работы выполнены без отселения жителей и без дальнейшего увеличения деформаций, за счет того что для бурения горизонтальных скважин переменных параметров при устраниении кренов зданий котлованы откапывали за их пределами. Из этих же котлованов

¹ Способ горизонтального армирования грунтов: пат. 73103 Украина / Самченко Р.В., Шокарев В.С., Павлов И.Д., Юхименко А.И., Степура И.В.; опубл. 2012, Бюл. № 17.

после выравнивания осуществляли усиление оснований горизонтальным армированием грунтов этими же станками.

Буромесильная технология укрепления грунтов является высокоэффективной, поскольку проста в исполнении, имеет низкую материалоемкость, так как для укрепления грунтов используется до 70–80 % того же грунта, который укрепляется, и только 30–20 % цемента. Низкая машиноемкость существенно снижает перевозку строительных материалов.

Таким образом, учитывая, что работы проводятся в условиях плотной застройки, высокого уровня грунтовых вод (некоторые фундаменты находятся в воде), значительной разности в отметках заложения подошвы фундаментов, а также сравнительно невысокую стоимость работ, усиление основания реконструируемого здания гостиницы «Днепр» было произведено горизонтальными армирующими элементами с использованием буромесильной технологии в мае-июне 2012 г. Большая часть объема армирования выполнена из котлована, открытого за пределами здания, часть объемов — с внутренней стороны подвала.

Выводы. 1. Эксплуатируемые здания и сооружения могут иметь различные формы деформаций, которые необходимо устранять до проведения реконструкции надземной части здания. Эффективным способом устранения таких деформаций является бурение в слое грунта под фундаментами горизонтальных скважин переменных параметров.

2. Реконструкция объектов часто связана с увеличением нагрузки на основание. Способом компенсации дефицита несущей способности основания служит укрепление грунтов горизонтальным армированием грунтоцементными элементами слоя грунта под фундаментами по буромесильной технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степура, И.В. Из опыта реконструкции накренившегося здания [Текст] / И.В. Степура, В.С. Шокарев, А.В. Павлов, Р.В. Самченко // Будівельні конструкції : сб. науч. тр. — Киев : НИИСК, 2001. — Вып. 54. — С. 629–634.
2. Рекомендации по ожесточению коробки реконструируемого 4-этажного здания общеизделия Днепродзержинского металлургического комбината [Текст] / ЗО НИИСК; Шифр ЗРО-223-2415. — Запорожье, 1995.
3. Пат. 65455 Украина. Способ выравнивания зданий, сооружений [Текст] / Степура И.В., Шокарев В.С., Павлов А.В., Трегуб А.С., Самченко Р.В.; Опубл. 2004, Бюл. № 3.
4. Пат. 42283 Украина. Установка для проходки в грунтах [Текст] / Степура И.В., Шокарев В.С., Павлов А.В., Самченко Р.В., Трегуб А.С., Степура С.И.; Опубл. 2009, Бюл. № 12.

САМЧЕНКО Роман Васильевич, канд. техн. наук, доц.

Запорожская государственная инженерная академия, Украина

ЩЕРБИНА Лариса Владимировна, канд. техн. наук, доц.

Запорожская государственная инженерная академия, Украина

СТЕПУРА Иван Васильевич, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

Запорожское отделение Научно-исследовательского института строительных конструкций, Украина

ШОКАРЕВ Александр Семенович, инж.

Запорожское отделение Научно-исследовательского института строительных конструкций, Украина

ЮХИМЕНКО Артем Игоревич, асп.

Запорожская государственная инженерная академия, Украина

ШОКАРЕВ Евгений Александрович, асп.

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Днепропетровск, Украина*

Получено после доработки 23.07.13

Samchenko Roman Vasilevich, candidate of technical sciences, assistant professor, Zaporozhye State Engineering Academy, Ukraine

Scherbina Larisa Vladimirovna, candidate of technical sciences, assistant professor, Zaporozhye State Engineering Academy, Ukraine

Stepura Ivan Vasilevich, candidate of technical sciences, senior scientist, Zaporozhye branch of Research Institute of Building Constructions, Ukraine

Shokarev Alexandr Semenovich, engineer, Zaporozhye branch of Research Institute of Building Constructions, Ukraine

Yuhimenko Artem Igorevich, post-graduate student, Zaporozhye State Engineering Academy, Ukraine

Shokarev Yegeny Alexandrovich, post-graduate student, Pridneprovsky State Academy of Building and Architecture, Dnepropetrovsk, Ukraine

ABOUT PROBLEMS OF BUILDINGS RECONSTRUCTION AND METHODS OF THEIR SOLUTION

It is necessary to eliminate first of all the deformations of buildings, including tilts at reconstruction of damaged buildings. Effective method of tilts liquidation is partial excavation in a layer under the foundations by drilling of horizontal boreholes with variable parameters. It is recommended to reinforce the bases by horizontal soil reinforcement with help of boring mixing technology in process of reconstruction at which soil-cement reinforcing element is formed as a result of stirring of loosened soil with a water cement grout and hardening of mixes for compensation of missing bearing capacity of bases at increasing of loads on the foundations. The boring machines of horizontal boring are developed for realization of these technologies.

Key words: reconstruction, deformations of buildings, tilts, elimination of tilts, reinforce of bases, soil reinforcement, bearing capacity.

REFERENCES

1. Stepura, I.V. From experience of reconstruction of the tilted building [Text] / I.V. Stepura, V.S. Shokarev, A.V. Pavlov, R.V. Samchenko // Building constructions : collector of proceedings. — Kiev : NIISK, 2001. — Iss. 54. — P. 629–634.
2. Guidelines on box strengthening of reconstructed fourth floor of community building of Dneprodzerzhinsk metallurgical plant [Text] / ZO NIISK; Cipher ZRO-223-2415. — Zaporozhye, 1995.
3. Patent 65455 Ukraine. The method of buidings and constructuins align [Text] / Stepura I.V., Shokarev V.S., Pavlov A.V., Tregub A.S., Samchenko R.V.; Publ. 2004, Bull. N 3.
4. Patent 42283 Ukraine. Installation for driving in soils [Text] / Stepura I.V., Shokarev V.S., Pavlov A.V., Samchenko R.V., Tregub A.S., Stepura S.I.; Publ. 2009, Bull. N 12.

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ РУКОПИСИ¹

1. К рукописи, представляемой в редакцию на русском языке, необходимо приложить:
— сопроводительное письмо руководства организации, откуда исходит рукопись;

к сопроводительному письму должна быть приложена гарантия оплаты публикации статьи² за подписью автора или руководителя представляющей статью организацией. Плата за публикацию статей аспирантов не взимается. Гарантийное письмо не требуется, если статья представляется организацией, осуществляющей целевые взносы на издание нашего журнала;

— рекомендацию соответствующей кафедры вуза (заверенную выписку из протокола заседания кафедры);

— экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись;

— разрешение Роспатента на открытую публикацию материалов по заявке на изобретение.

2. Рукопись должна готовиться на компьютере в программе Microsoft Word и представляться в редакцию распечатанной в двух экземплярах, с приложением ее записи на CD (3", 5").

Текст рукописи набирают шрифтом Times New Roman Cyr размером 14 пт. с межстрочным интервалом 1,5. Объем рукописи — до 10 страниц. Обязательна нумерация страниц.

3. Порядок оформления статьи (см. макет статьи на Internet-сайте журнала):

— индекс УДК;

— инициалы, фамилии авторов;

— название статьи;

— аннотация (объемом до 0,3 страницы текста);

— ключевые слова;

— текст статьи;

— библиографический список не более четырех ссылок (при большем количестве их следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.5–2008);

— сведения об авторах: **фамилии, имена, отчества (полностью), ученые степени, звания** (звания в негосударственных академиях наук и почетные звания не указывать); наименование учреждений, в которых работают авторы, на русском и **английском языках**;

— почтовые адреса, телефоны и e-mail авторов;

— название статьи на английском языке;

— аннотацию на английском языке;

— ключевые слова на английском языке;

— библиографический список на английском языке.

4. На полях рукописи указываются места рисунков и таблиц (вставлять их в текст не нужно — это делается при верстке).

Статья должна быть тщательно отредактирована и подписана всеми авторами (с указанием даты отправки статьи).

5. Иллюстрации представляются в редакцию в виде файлов, созданных в программах CorelDraw или Microsoft Word, записанных с расширением *.cdr (предпочтительно) или *.doc, фотографий — TIFF или JPEG. Надписи и цифры набирать шрифтом Arial. Линии чертежа — не тоньше 1 пт. Иллюстраций, в том числе фотографий, должны быть черно-белыми с хорошей проработкой деталей.

Рисунки должны быть выполнены так, чтобы их можно было отредактировать (внести изменения, исправления, т.е. изменить шрифт, исправить возможные орфографические ошибки).

Иллюстрации должны быть распечатаны в двух экземплярах, с подписями к ним. Размер иллюстрации не должен превышать 20×30 см, их общее число, как правило, не более 4.

6. Таблицы печатаются каждая на отдельном листе. Все наименования в них даются полностью, без сокращения слов.

7. Формулы следует набирать на компьютере шрифтом Times New Roman размером 14 пт. Русские и греческие буквы и индексы, а также цифры, аббревиатуры и стандартные функции (Re, cos и др.) набираются прямым шрифтом. Латинские буквы набирать курсивом. Во избежание смешения сходных изображений прописных и строчных букв (*V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k* и др.), а также трудноразличимых букв и символов: *l*, *e* и *1* (цифра), *n* и *p*, *I* и *J* и т.п.) пояснения в необходимых случаях выполняются простым карандашом на полях. В статье должен быть необходимый минимум формул. Все второстепенные и промежуточные математические преобразования выносятся в приложение к статье (для рецензента).

¹ С дополнениями в соответствии с требованиями ВАК (выделены п/ж курсивом).

² На 2013 г. — из расчета 750 р. за 1 журнальную страницу.

(Окончание правил)

8. Следует применять физические величины, обозначения и единицы измерения в системе СИ(СИ).

9. В библиографический список включаются только те работы, которые опубликованы в печати, составленные в соответствии с ГОСТ 7.80–2000, ГОСТ 7.1–03.

Примеры оформления можно найти на Internet-сайте НГАСУ (Сибстрин) по адресу www.sibstrin.ru и www.izvuzstr.sibstrin.ru

10. Если статья была или будет направлена в другое издание, или же была ранее опубликована, необходимо обязательно сообщить об этом редакции. Материалы уже публиковавшихся работ к рассмотрению не принимаются.

11. Рецензентов для статей редакция назначает по своему усмотрению. При доработке статьи после рецензии на первой странице указываются ее редакционный номер, число, месяц, год и пометка «рукопись после доработки». Доработанную статью необходимо присыпать в двух экземплярах с приложением ее записи в электронном виде. К доработанной рукописи обязательно прикладывать ответы на все замечания рецензента. Датой поступления статьи считается получение редакцией ее окончательного текста.

12. Рукописи, не принятые к опубликованию, авторам не высылаются. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста рукописей. *Корректура статей авторам не представляется.*

13. Гонорар за опубликованные статьи *не выплачивается*.

14. Рукописи, не удовлетворяющие изложенным требованиям, отправляются авторам на доработку, что замедляет срок их опубликования.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

на 2-е полугодие 2013 г.

НА НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИЗВЕСТИЯ

ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«СТРОИТЕЛЬСТВО»

Журнал имеет разделы

Строительные конструкции
Теория инженерных сооружений
Строительные материалы и изделия
Экономика и организация строительства
Автоматизация и технология строительного производства
Гидротехническое строительство
Санитарная техника

Строительство автомобильных дорог и мостов
Строительные и дорожные машины
Научные проблемы архитектуры и экологии
Научно-методический В лабораториях вузов
Внедрение научных достижений в производство
Научная информация

Каталожная цена за 6 месяцев — 2100 р.

Цена отдельного номера — 350 р.

Подписка принимается с любого месяца без ограничения всеми агентствами
Роспечати и отделениями связи. Индекс 70377.

ББК 38
И 33
УДК 69

Научное издание

Известия вузов
СТРОИТЕЛЬСТВО
№ 9 (657) 2013

Научно-теоретический журнал

Редакторы: *С.М. Погудина, Н.И. Коновалова*
Технический редактор *Н.М. Макаренко*
Компьютерная верстка *Р.Г. Усова*
Корректор *Г.И. Шведкина*