

НОВОЕ  
В ЖИЗНИ, НАУКЕ,  
ТЕХНИКЕ

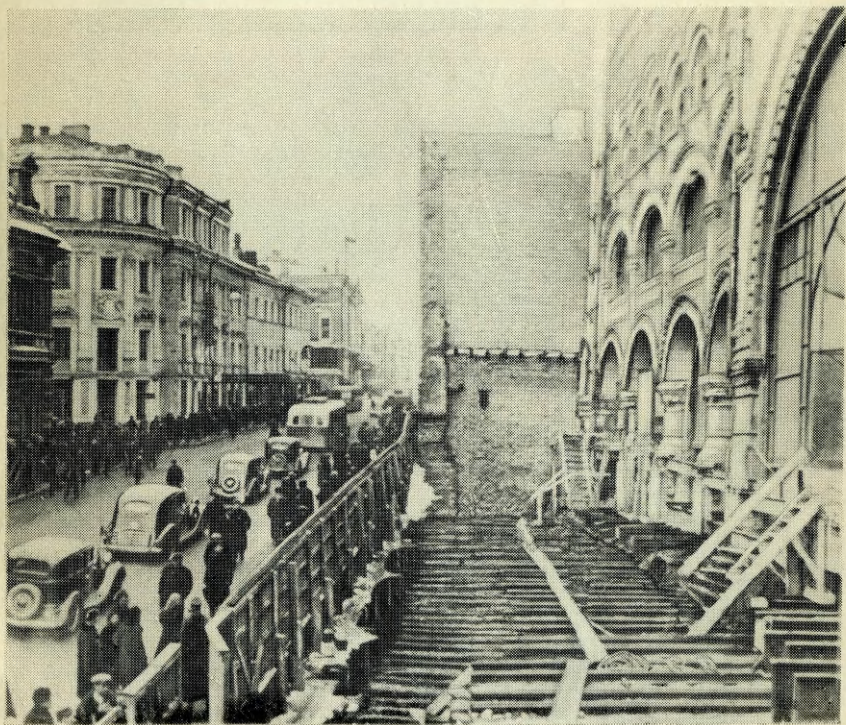
ЗНАНИЕ

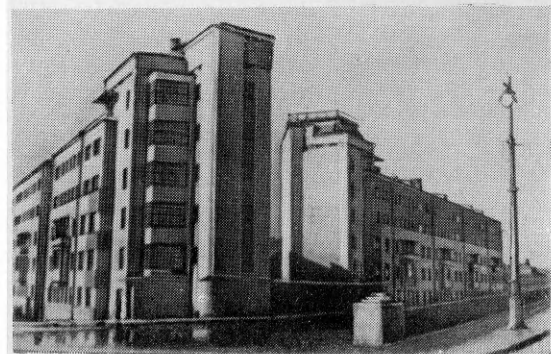
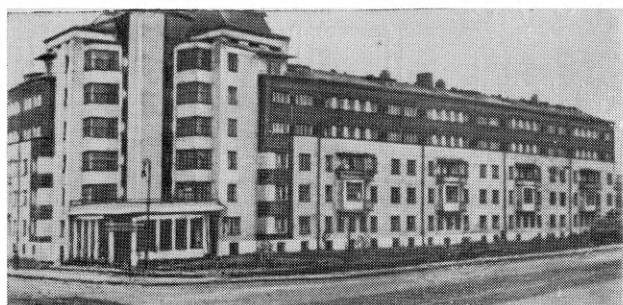
5/1978

СЕРИЯ  
СТРОИТЕЛЬСТВО  
И АРХИТЕКТУРА

Э. М. Гендель

ПЕРЕДВИЖКА  
ЗДАНИЙ  
И СООРУЖЕНИЙ





**Э. М. Гендель,**

профессор,  
заслуженный деятель науки и техники

**ПЕРЕДВИЖКА  
ЗДАНИЙ  
И СООРУЖЕНИЙ**

### На обложке

- 1-я стр.: дом № 24 по ул. Горького в Москве во время передвижки.  
2-я стр.: стадион передвижки дома № 77 по ул. Осипенко (Москва) в глубь квартала.  
3-я стр.: передвижка дома по железной дороге (США) и передвижка костела (США).  
4-я стр.: передвижка древнеримского обелиска.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК	8
СОВЕТСКИЙ ОПЫТ ПЕРЕДВИЖКИ ЗДАНИЙ	18
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТ ПО ПЕРЕДВИЖКЕ ЗДАНИЙ	34
СОВРЕМЕННЫЙ ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
ЛИТЕРАТУРА	48

Гендель Э. М.

Г 34 Передвижка зданий и сооружений. М., «Знание», 1978.

48 с.; 16 с. ил. (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Строительство и архитектура», 5. Издается ежемесячно с 1967 г.

В брошюре рассказывается о передвижке зданий — эффективном и экономичном способе, используемом при реконструкции городов, когда нужно сохранить добротные или ценные здания и сооружения, например, памятники истории и культуры. Рассматриваются на советском и зарубежном опыте основные методы передвижки зданий и сооружений с учетом максимальной механизации и индустриализации работ, приводятся необходимые технико-экономические показатели. Автор брошюры профессор Э. М. Гендель посвятил всю свою жизнь передвижке зданий и является ведущим специалистом в этой области.

Брошюра рассчитана на архитекторов, инженеров, экономистов, а также студентов архитектурно-строительных вузов.

30200

6С

© Издательство «Знание», 1978 г.

## ВВЕДЕНИЕ

В ходе реконструкции городов и поселков, фабрик и заводов нередко сносят добротные, а порой и уникальные здания, которые могли бы простоять еще долгие годы. Как сохранить такие дома, удешевить обновление промышленных предприятий?

Старая Москва, Тверская улица... До реконструкции ее ширина от центра до площади Пушкина была 15 м. В 30-е годы одни постройки снесли, другие передвинули. На освободившейся площади выросли высокие современные здания. Теперь эта одна из самых красивых улиц столицы носит имя А. М. Горького. Глазная больница, например, переехала в переулок Садовских. На новом месте площадка оказалась ниже. Там построили фундамент и высокий первый этаж, на который и направили здание.

Людам, не видевшим, как передвигают дома, трудно представить, что каменные громады массой 25 тыс. т можно снять с фундамента и отправить в «путешествие». Многие считают, что при этом могут пострадать люди, разобьются хрупкие предметы. Ничего подобного не происходит. Дома переезжают вместе с жильцами. Метод передвижки зданий был весьма совершенен еще в 30-е годы.

В 1935 г. Центральный Комитет ВКП(б) и Совет Народных Комиссаров СССР приняли постановление о Генеральном плане реконструкции Москвы. В связи с расширением улиц и площадей столицы и сохранением памятников истории и культуры крупнейшей технической проблемой, решение которой должно было дать большой народнохозяйственный эффект, стала передвижка зданий и сооружений. Сегодня в условиях широкой реконструкции наших городов передвижка зданий должна стать неотъемлемой частью советского гра-

достроительства. Она не только сохраняет ценные сооружения, но и дает значительную экономию денежных средств по сравнению с новым строительством, резко снижает расходы рабочей силы и строительных материалов, уменьшает потребность в строительных изделиях.

Большой опыт передвижки зданий накоплен в США, где передвигают не только отдельные здания, сооружения, но и целые кварталы многоэтажных зданий. Однако в условиях конкурентной борьбы, характерной для капиталистического мира, сообщения, посвященные передвижке зданий, зачастую носят рекламный характер. Как правило, в них освещаются конечные результаты работ и умалчивается о трудностях и тем более неудачах.

Начало советской практики передвижки и подъема зданий было положено при строительстве первой очереди Московского метрополитена (1933—1935 гг.). Прокладка тоннелей на небольшой глубине и вблизи существующих зданий вызывала необходимость заглубления их фундаментов (путем подводки под них столбов, основания которых должны были располагаться ниже основания тоннелей) или поддержания зданий в строго вертикальном положении с помощью мощных гидравлических домкратов.

Для подъема и поддержания зданий на одной отметке нами применялись в основном 200-тонные гидравлические домкраты, тогда как в США, где такие работы имели большое распространение, использовались главным образом ручные винтовые домкраты. Это обходилось дешевле, а облегчение труда рабочих не входило в интересы подрядчиков. Так, при выпрямлении элеватора в г. Виннипеге (Канада), где работы велись американскими инженерами, вместо мощных гидравлических, были применены 35-тонные ручные винтовые домкраты. Нами установлено, что на данном объекте американские инженеры просчитались, не учли, что часто из-за возникновения перекосов винтов домкратов к концу работы требуется прикладывать все больше и больше физической силы. Поэтому им и не удалось полностью ликвидировать крен элеватора. Применение же гидравлических домкратов большой грузоподъемности (100 т и более) с централизованной системой питания ускоряет работы и требует значительно меньше-

го количества рабочих как при движении, так и при подъеме здания.

В Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы подчеркивается, что «всемерный режим экономии — дело всех тружеников народного хозяйства». В капитальном строительстве основной задачей является повышение эффективности капитальных вложений. В первую очередь они должны направляться на строительство объектов, обеспечивающих ускорение научно-технического прогресса и на техническое перевооружение и реконструкцию действующих предприятий. В этой связи передвижка зданий и сооружений отвечает требованиям XXV съезда КПСС — эффективному и экономичному решению проблемы реконструкции наших городов и промышленных предприятий.

В 1933 г. в Москве по проекту и под руководством автора данной брошюры (в нашей стране впервые) было выпрямлено перекосившееся трехэтажное кирпичное здание с чугунными колоннами в Летниковском пер., д. 4, поднята осевшая его сторона. Таким же способом и под тем же руководством или при консультации автора данной работы выпрямлены: железобетонный элеватор на ст. Ермоловская; несколько домен и много других промышленных зданий, взорванных немецко-фашистскими захватчиками во вторую мировую войну; колокольни и минареты; пятиэтажное здание в г. Сумгаите (при участии инженеров Я. А. Измайлова и Д. К. Агаева).

На сегодня в нашей стране с целью расширения улиц передвинуто более 30 зданий, главным образом пятиэтажных. Несколько передвинутых зданий, в том числе и одно пятиэтажное, поднимались на высоту до 2 м, так как их новое местоположение было на возвышенности. Передвижка здания по наклонной плоскости в большинстве случаев обходится дороже, чем подъем здания до или после передвижки. Техника работ по передвижке и подъему зданий в СССР настолько усовершенствовалась, что производство этих работ не вызывает каких-либо опасений и не прерывает их нормальной эксплуатации: при передвижке или подъеме здания его жильцы не испытывают каких-либо неудобств.

Методы передвижки и подъема зданий и сооружений с большим успехом стали применяться у нас и во

многих других областях строительства. Так, вместо сноса старой и постройки на ее месте новой домны, по нашей рекомендации, поступают так: в стороне, на рельсовых путях строят домну, затем сносят старую домну и на ее место надвигают новую. В этом случае перерыв в работе домны с 4 месяцев может быть уменьшен до 15 дней. Причем передвигать домны можно и нужно вместе с ее обмуровкой. То же делают с надшахтными копрами для быстрейшего ввода шахты в эксплуатацию. Одновременно с проходкой шахты в стороне, на катках, строят надшахтный копер<sup>1</sup>, после окончания проходки шахты надвигают на нее готовый копер и начинают эксплуатацию шахты. Кроме того, с помощью метода подъема выравнивают оседающие здания, построенные над подземными выработками, в зоне вечной мерзлоты и на других, сильно сжимаемых основаниях.

Особое значение передвижка зданий имеет в деле сохранения бесценных памятников истории и культуры. Разумеется, нужно всегда стремиться к тому, чтобы памятник остался на своем месте, следуя поговорке: «Хороша сосна там, где она росла». И все-таки в ряде случаев передвижка зданий оказывается необходимой. При затоплении местности, где расположены памятники истории, культуры, следует рассмотреть вопрос не только об их передвижке или переносе способом анастилоза<sup>2</sup>, но и о том, чтобы, подняв, оставить их на своем месте. Иногда в связи с высокой окружающей застройкой памятник архитектуры теряет свой облик. Так случилось с Домом союзов, расположенным на проспекте Маркса в Москве, после постройки рядом десятиэтажного здания Госплана. Чтобы этого не произошло, памятник архитектуры можно поднять на какую-то высоту, поставить на стилобат и таким образом подчеркнуть его значимость.

Существует еще один способ, позволяющий, не прибегая к передвижке, сохранить ценные здания, расположенные на пробиваемой магистрали в старой части города. Здания можно поднять на высоту, обеспечивающую проезд под ними автотранспорта. Здание устанавли-

---

<sup>1</sup> Сооружение для подъема полезных ископаемых.

<sup>2</sup> Здание распиливают на отдельные блоки, перевозят их на новое место и собирают вновь.



ливают на колонны, отстоящие одна от другой на 6—10 м. Входы и выходы из такого здания, находящегося теперь на магистрали, делают подземными.

По применяемым способам передвижки зданий и сооружений, технике выполнения наиболее сложных работ, механизации всех основных, в том числе и трудоемких процессов, наша страна имеет определенные преимущества перед США и другими странами. У нас передвигались не только здания, находящиеся в хорошем состоянии, но и такие, которые нуждались в капитальном ремонте (с многими и большими деформациями в несущих стенах). Однако во всех случаях их передвижка была экономически оправданной. Исходя из своего опыта, мы утверждаем, что любое здание, и даже находящееся в аварийном состоянии, можно укрепить, реконструировать, передвинуть, поднять и выпрямить.

Применение апробированных практикой методов передвижки зданий способствует сохранению жилого фонда, уменьшению затрат на новое строительство, сокращению сроков работ, снижению стоимости и повышению качества строительства. Советская система передвижки зданий, по сравнению с принятой в США, более фундаментальна, так как она «удлиняет жизнь» зданиям, она в гораздо большей степени отвечает долгосрочным интересам народного хозяйства. Таким образом, она полностью отвечает требованиям высокой эффективности и качества, выдвинутым XXV съездом нашей партии.

Многообразные способы передвижки и подъема зданий дают большой экономический эффект, поэтому они очень перспективны при реконструкции городов и производственных объектов. Поставленная на широкую государственную основу передвижка зданий и сооружений в нашей стране отвечает постановлению Пленума ЦК КПСС (декабрь 1977 г.), в котором говорится о необходимости «...уделять особое внимание максимальному использованию внутрихозяйственных резервов, достижению наивысших результатов при наименьших затратах...». Однако широкое внедрение в практику способов передвижки и подъема зданий в какой-то степени задерживается и из-за отсутствия соответствующей литературы, в том числе и в популярном изложении. Мы ставим своей целью в определенной степени восполнить этот пробел.

## КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

В этой главе мы рассмотрим наиболее интересные и поучительные примеры передвижки и подъема зданий, подчеркивая то новое, что вносила в их методы каждая последующая передвижка. По этим примерам можно судить о совершенствовании техники по передвижке зданий, об индустриализации, стандартизации и типизации необходимых для нее конструкций. Нам кажется уместным показать развитие передвижки зданий — сравнительно нового и сложного направления в строительстве — в хронологической последовательности.

Примитивные приспособления для перемещения тяжелых монолитов были известны еще в далекой древности. Предполагается, что для этого использовались рычаги, салазки, клинья и катки. Позднее стали применять и полиспасты (механизмы, увеличивающие силу тяги лебедки пропорционально числу ниток каната, охватывающего блоки, прикрепленные к передвижаемому или поднимаемому монолиту). Канаты полиспаста наматывали на простейшую лебедку — ворот (как на колодцах), но с вертикальным барабаном (кабестаном), который приводили в движение с помощью людей, волов и лошадей. Для подъема тяжелых камней создавали насыпи в виде наклонных плоскостей, под камень подводили салазки, благодаря которым упрощался подъем камня на насыпь; использовались рычаги и канатная тяга. По-видимому, таким способом и был поднят сфинкс Ре — монолит длиной 40 м, высотой 20,4 и шириной 8 м. Фундаменты храма Солнца в Баалбеке также сложены из огромных камней: каждый из них весит более 1000 т и имеет размеры 4×6×22 м.

В России передвижка тяжелых камней и деревянных рубленых (бревенчатых) зданий практиковалась издавна. Так, в 1770 г. камень весом 1250 т (из него был сооружен постамент памятника Петру I в Петербурге) был передвинут по медным шарам на расстояние 6,5 км. Однако применявшиеся приспособления были приемлемы для передвижки отдельных монументов из твердых (скальных) пород. Они не могли без больших повреждений обеспечить передвижку сооружений, сложенных из отдельных камней на растворе.

Деревянные рубленые здания издавна перевозились

на плотях за сотни километров. Чтобы передвинуть дома на берег, под них подводили три-четыре бревна, игравших роль катков. Однако деревянные здания отличаются от каменных несравненно большей гибкостью, поэтому их передвижка не требовала сложных инженерных решений. Так, хорошо срубленный дом можно поднимать рычагами поочередно за каждый из его углов на значительную высоту. Кроме того, деревянные здания обычно имеют меньшую массу и меньшие размеры. Деревянные здания можно передвигать и по неровной местности, не вызывая в них серьезных повреждений.

Каменное здание необходимо поднимать домкратами, равномерно установленными под всеми его стенами, причем одновременно, поскольку в отличие от деревянного, где деформации имеют упругий — обратимый характер, в каменном здании малейшая деформация приводит к образованию трещин (т. е. имеет необратимый характер). Трещины делят каменное здание на отдельные части (стены, камни и др.), и оно с увеличением деформаций разрушается.

К передвижке каменных зданий предъявляются значительно более серьезные требования: нижняя часть здания срезается на одной отметке, все время находится в одной плоскости, и неравномерность подъема или осадки здания не превышает таких размеров, которые могут вызвать в нем трещины (не более 1,5 мм на 1 пог. м стены).

Первое каменное здание было передвинуто в 1455 г. знаменитым итальянским архитектором Ридольфо Фиораванти (Аристотель из Болоньи)<sup>3</sup>: под его руководством перемещена на 10,5 м без каких-либо повреждений каменная колокольня церкви св. Марка в г. Болонье (Италия). В XVI в. архитектор Доминико Фонтана осуществил в Риме передвижку на 225 м (с помощью кабестанов по деревянным каткам) обелиска римского императора Калигулы (высота — 27 м, масса — 325 т). Обелиск обстроили деревянными фермами, приподнимая, повернули из вертикального положения в горизонтальное (рис. 1)<sup>4</sup> и так передвигали (см. четвертую

---

<sup>3</sup> Приглашенный Иваном Грозным в Россию, он построил в Московском Кремле Успенский собор и другие здания, которые не сохранились.

<sup>4</sup> Здесь и далее нумерованные рисунки см. на мелованной вкладке в центре брошюры; нумерованные — в тексте.

страницу обложки). В настоящее время этот обелиск передвигали бы в вертикальном положении и, конечно, без всякой обстройки. В течение четырех последующих столетий о передвижке зданий ничего не известно вплоть до 1870 г., когда в Нью-Йорке открылась фирма, положившая начало передвижке зданий в США. С 1890 г. в США начала работать фирма, основанная Ла Плантом, занимавшаяся передвижкой целых поселков на десятки километров.

Несколько забегая вперед, отметим, что применявшиеся в США конструкции для передвижки зданий фактически игнорировали существующую цельность здания: сцепление кирпичей между собой раствором и наличие связей между стенками. В действительности же каменные здания состоят не только из хорошо скрепленных стен, но и из балок междуэтажных перекрытий, которые дополнительно закрепляют неизменность положения стен.

В США всю нагрузку от здания принимали как массу навалочного (сыпучего) материала, и это позднее было нами учтено. Автор данной брошюры разработал и начал применять конструкции, которые, будучи скрепленными со стенами, увеличивают прочность здания, превращают его в подобие монолита. Так, при усилении стен снизу стальными балками, втопленными в стены и скрепленными с ними цементным раствором (ранд-балки), получается как бы очень высокая балка, состоящая из кирпичной кладки стены (сверху) и из металла (снизу). Таким образом, мы рассматривали стены не как навалочный материал, а как самонесущие конструкции типа железобетонных балок. Благодаря этому принятый в СССР способ передвижки зданий имеет более высокие качественные показатели и требует в 2,5—3 раза меньше металла. Более подробно мы расскажем об этом дальше.

Рассмотрим теперь подробнее конструкцию, применяемую в США. Под стенами первого этажа или в тело фундамента на одном уровне вставляют поочередно балки, расположенные в одном направлении, а потом под ними — еще ряд или два балок, расположенных перпендикулярно один к другому. Таким образом, получается «клетка» из балок высотой до трех рядов. Для их устройства используют деревянные или стальные балки, каждая из которых пересекает, как прави-

ло, все здание. После этого здание становится как бы посаженным на «сковороду» (см. рисунок). Под этой «сковородой», также в порядке очередности, в кладке фундамента выбирают отдельные гнезда, в которые устанавливают ручные винтовые домкраты. Одновременная работа всех домкратов поднимает здание и от-

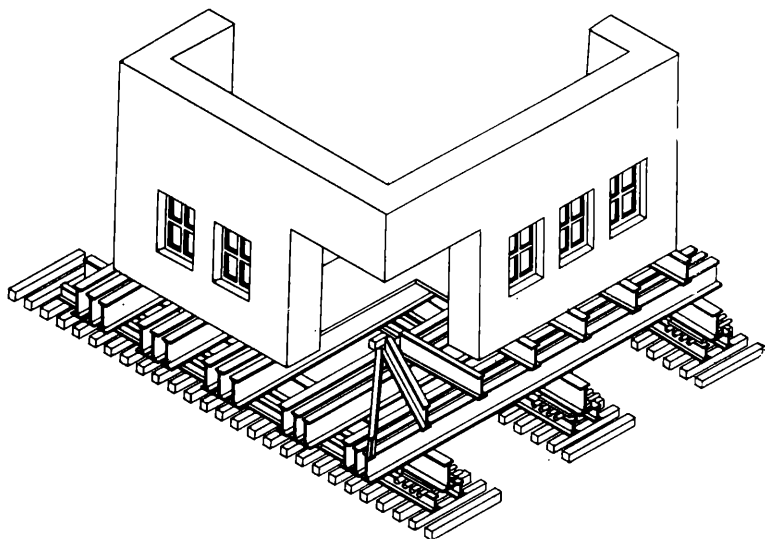


Схема конструкции для передвижки зданий в США

деляет его от фундаментов. Домкраты устанавливают так, чтобы на участках, где предстоит устройство путей, расстояние между ними было не меньше 1,1—1,3 м (ширина пути). На этих участках фундаменты разбирают до основания. Если расстояние от основания до «сковороды» достаточно для устройства рельсовых путей и ходовых конструкций, подъем здания после отрыва его от фундамента прекращают. Затем в направлении движения укладывают рельсовые пути, на них кладут катки из стальных болванок, имеющих форму цилиндра, а на катки — одинарные широкополочные или попарно скрепленные между собой стальные двутавровые балки (ходовые балки).

Очень часто под ходовые балки еще укладывают отдельные башмаки — стальные листы толщиной 30—

50 мм (слябы) или уложенные впритык и сваренные между собой балки (рис. 2). Длина башмаков не превышает 1,5 м; расстояние между ними 3—4 м. Башмаки устанавливают в тех местах, на которые приходится большая нагрузка (например, под колоннами). Катки в этом случае располагаются только над башмаками. Ширина рельсовых путей, по которым передвигают здания, обычно в 2 раза уже железнодорожных. Для устройства путей под зданием его обычно поднимают и держат на этом уровне домкратами. Когда под «сковородой» установлены все пути, здание опускают, и оно садится на ходовые балки, а через них и на катки. Само движение осуществляется либо с помощью домкратов, толкающих здание (рис. 3), либо с помощью полиспастов, тянущих здание (см. рисунок). Рельсовые

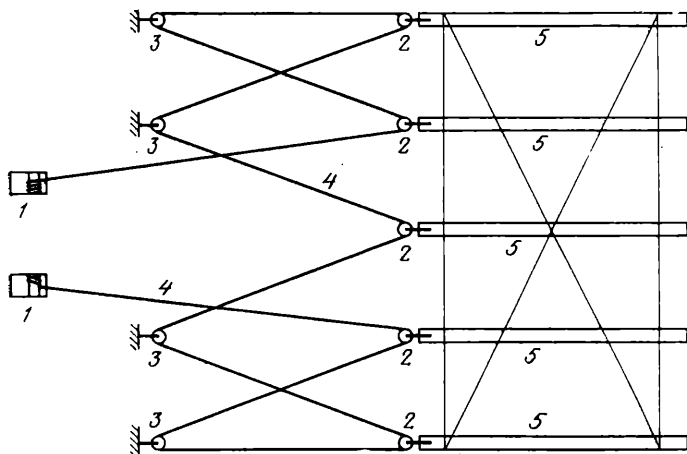


Схема полиспаста, тянущего здание:

1 — лебедки; 2 — блоки, прикрепленные к ходовым балкам; 3 — блоки, прикрепленные к неподвижным анкерам; 4 — трос полиспаста; 5 — ходовые балки

пути укладывают на всю длину передвижки. На том месте, куда здание передвигается, заблаговременно закладывают фундаменты и подводят все необходимые коммуникации.

В России первая передвижка каменного здания была осуществлена в 1898 г. в Москве профессором И. М. Федоровичем. Двухэтажный дом перемещался на 100 м

(рис. 4) за пределы расширявшейся полосы отчуждения Октябрьской (бывшей Николаевской) железной дороги. Подготовка здания к передвижке была связана с немалыми трудностями: жильцы были выселены, печи сломаны, дверные и оконные проемы укреплены деревянными раскосами. Работы начались на уровне земли с отделения стен здания от фундаментов. Для этого сначала в нескольких местах по линии их соединения пробили сквозные дыры, через которые протаскивали «пилы», представляющие собой в трое скрученные проволоки. Каждая такая «пила» приводилась в движение двумя рабочими, которые непрерывно «пилили». Под линией отреза в фундаментах пробили гнезда и по середине стен установили одинаковые ручные винтовые домкраты. Работая одновременно, они подняли здание на высоту, позволившую подвести под него рельсовые пути, катки и ходовые балки.

Эта конструкция, у которой верхние брусья, установленные под стеной с двух сторон домкратов, не заделывались в кладку (а значит, и не являлись рандбалками), подобна той, которую применили в США. Тяговое устройство состояло из лебедок с тросами и ручных домкратов (последние использовались только для сдвига здания, для преодоления инерции покоя). Во время передвижки одна торцовая стена отделилась (трещинами) от продольных стен, но даже в таком деформированном виде здание удалось доставить на новое место. Оно было отремонтировано и по сей день эксплуатируется (Каланчевская ул., дом № 32).

В 1899 г. в США из г. Гемингфора в г. Алтай Янс был перевезен по железной дороге на расстояние 35 км двухэтажный дом с мезонином с размерами в плане  $12 \times 15$  м, высотой — 14 м, массой — 70 т (см. третью страницу обложки, вверху). Здание было надвинуто на четыре железнодорожные платформы, скрепленные между собой фермами. Оно свисало с платформ, и для большей устойчивости его скрепили тросами с расположенными впереди и позади него нагруженными вагонами, служащими как бы якорями (железная дорога на участке передвижки не имела мостов и тоннелей). Средняя скорость движения составляла 10 км/ч.

В 1900 г. в Нью-Йорке было передвинуто восемь трех- и четырехэтажных каменных зданий способом, использующим трение скольжения. Интересно, что при

этом вместо катков применялись намыленные балки. В 1905 г. в Бруклине передвинут уже целый квартал каменных жилых домов. В 1913 г. в Сан-Франциско передвинуту на 50 м здание школы массой 8 тыс. т.

В 1915 г. в Питтсбурге в связи с перепланировкой улицы передвинули церковь. Ее сначала подняли на 2,6 м, а потом переместили на 6,1 м внутрь квартала. Церковь представляла собой кирпичное бескаркасное здание массой в 4000 т и, кроме ограждающих стен, имела восемь внутренних кирпичных столбов, расположенных в два ряда. После того, как подвели под стены церкви «сковороду» из двухрядной деревянной клетки, были установлены 20-тонные ручные домкраты: их опорами служили клетки из шпал. При подъеме здание оторвалось от фундаментов по линии упоров домкратов. По окончании подъема под зданием на самостоятельных клетках были уложены рельсовые пути, на них — стальные катки, а на последние — башмаки (слябы). Домкраты подняли здание всего на несколько миллиметров, только чтобы оторвать его от фундаментов, и опустили на слябы. Передвижка на 6,1 м длилась 18 ч.

Конструкция для этой передвижки существенно отличалась от конструкций других, произведенных в США передвижек: все стены здания поддерживались часто и перпендикулярно к ним расположенными, пропущенными через них короткими балками — «поперечинами», они опирались с обеих сторон стен на длинные балки, уложенные параллельно стенам. Такая конструкция была принята, видимо, потому, что внутренние стены в здании отсутствовали (имелись лишь отдельно стоящие столбы).

Рассмотренный опыт подъема зданий ручными винтовыми домкратами показал, что нет необходимости применять для отделения стен от фундаментов какие-либо пилы. Отрыв их получается сам собой при подъеме здания с помощью часто расположенных домкратов.

Во время первой мировой войны работы по передвижке зданий в США были прекращены. Они возобновились только после ее окончания и получили большое распространение. В 1919 г. в Детройте (Мичиган) передвинули трехэтажное здание фирмы «Дженерал Моторс Корпорейшен». Его передвигали параллельно продольным стенам. Под зданием установили 500 дом-



кратов; после его подъема на 0,9 м по полу подвала уложили клетки, а на них — пути, катки и ходовые балки с башмаками; затем домкраты опустили здание на башмаки. По мере продвижения здания освобождавшиеся клетки переносили вперед и использовали снова. Скорость движения составляла 15 м в день. Все элементы путей состояли из дерева, т. е. здание передвигалось по упругому основанию, обладавшему вместе с тем и достаточной жесткостью. В 1920 г. в предместьях Детройта передвинули семь кварталов домов, при этом все коммуникации работали нормально.

В 1921 г. в США передвинули восьмизэтажное здание компании «Дж. Вудвелл». Это здание (размеры в плане —  $24 \times 6$  м, масса — 4500 т) имело стальной каркас с отдельно стоящими колоннами. Подвалы здания выходили за пределы стен, под тротуары; с целью их сохранения здание передвинули вместе с тротуарами.

С 1923 г. передвижкой крупных зданий начинают заниматься многие строительные фирмы в разных городах США. В это время передвинуто кирпичное здание Иллинойской центральной железной дороги в Чикаго (размеры в плане  $39,9 \times 24,7$  м, высота — 30,5 м, масса — 7500 т); перемещение его производилось по двум направлениям: на юг — 25,9 м и на запад — 1,5 м. Здание передвигали, наворачивая трос на ворота с рычагами, приводимыми в движение лошадьми; средняя скорость движения составила около 1,22 м/ч, а максимальная длина передвижки в день — 12,88 м. Передвижка на запад была осуществлена на последних 6 м пути, причем катки расположили косо по отношению к рельсам. В 1925 г. в г. Осборн (штат Огайо), в связи с ожидавшимся наводнением, передвинуто на 2,4 км 552 каркасных дома. В широком масштабе практикуется передвижка, иногда на значительные расстояния, деревянных коттеджей (расстояние ее практически не ограничивалось, определялось экономической целесообразностью).

Стоит упомянуть о произведенных в США передвижках двух отдельных стен. При постройке в 1926 г. в г. Олбани нового 16-этажного банка фасадную стену существующего двухэтажного банка решили включить в фасад нового здания. Поскольку по планировке нового здания стена старого фасада оказалась не по центру нового, пришлось ее передвинуть (рис. 5). Эта пере-

движка заслуживает внимания, поскольку она сохранила фасад памятника архитектуры, построенного в классическом стиле конца XVIII в. Но она оказалась выгодной и с коммерческой точки зрения: сохранившийся старый фасад наглядно «убеждал» в долговременной успешной деятельности и, следовательно, надежности банка. Во втором случае фасадная стена передвигалась на небольшое расстояние. Ее отделили от остальной части дома и перемещали путем натяжения (с помощью гаек) горизонтальных стержней с винтовой нарезкой; тяжи были выпущены в нескольких точках по высоте стены (рис. 6).

В г. Олбани (штат Нью-Йорк) в 1927 г. передвигалось восьмизэтажное жилое здание «Форт-Фредерик», расположенное на участке, который отходил под постройку государственных учреждений. Здание имело металлический каркас из 25 колонн. Оно было передвинуто на 112,78 м в одном направлении и на 18,29 м — в другом, перпендикулярном первому. Первое перемещение осуществлялось в направлении, параллельном продольным стенам. Путь здания пересекал улицу, а в некоторых местах — и фундаменты ранее снесенных зданий. До начала передвигки здание было поднято на 0,51 м, а на новом месте опущено на 1,37 м. Для подъема здания под него было установлено 1000 ручных 20-тонных винтовых домкратов. Для изменения направления движения на 90° здание «наехало» на раму, состоящую из скрепленных между собой ходовых балок, катков и путей, используемых на втором этапе движения. На новом месте фундаменты устроили заранее в виде сплошной железобетонной плиты под всем зданием. Отрезанные от здания нижние части колонн с башмаками после передвигки установили на новом месте и соединили с колоннами специальными стыковыми накладками.

В 1929 г. в Питтсбурге передвинули четырехэтажное здание морга, сложенное из гранитных блоков (рис. 7). Размеры его в плане — 22,9×33,5 м, объем — 11 тыс. м<sup>3</sup>, масса — около 6000 т, причем здание имело толстые наружные стены. Морг передвигали в связи с постройкой на его месте нового административного корпуса. Сначала его переместили на 9,75 м в поперечном направлении, а затем на 81,4 м — в продольном, пересекая при этом улицу. Поверхность грунта на

пути движения была неровная с уклоном в 4,6 м.

На уровне пола первого этажа под здание подвели клетку из стальных балок, пересекавших его в продольном и поперечном направлениях; каждый гранитный блок поддерживался по крайней мере одной балкой. В местах наибольших нагрузок (под башнями) уложили еще один ряд балок. Масса балок «сковороды» и ходовых балок составила 450 т или 40 кг на 1 м<sup>3</sup> здания. Опорами для домкратов служили клетки из шпал. Один рабочий обслуживал 20 домкратов; после каждого сигнала он, идя в одном направлении, подкручивал поочередно винты домкратов на четверть оборота и, возвращаясь, — еще на четверть оборота. Полный оборот винта поднимал здание на 16 мм. Во время передвижки здание продолжало функционировать. При передвижке из-за большого уклона рельефа здание приходилось поднимать до 8 м и опускать до 2,5 м, причем основание здания находилось все время в горизонтальной плоскости.

В том же году в Чикаго был передвинут костел массой 9000 т (см. третью страницу обложки, внизу). Через улицу его перемещали в прямом направлении — на 84 м, а затем повернули на 90°, чтобы главный фасад выходил на другую улицу. После передвижки костел разрезали на две части и раздвинули их на 9 м. Разрыв был застроен, в результате чего длина костела увеличилась. Все работы (включая застройку) заняли пять месяцев.

В 1930 г. передвигалось здание телефонной станции в г. Индианаполисе, построенное в 1905 г., высотой в восемь, а местами в девять этажей, размерами в плане 41,1×28,8 м и массой около 10 000 т (рис. 8). Здание перемещалось внутрь квартала в связи с постройкой новой телефонной станции (из положения *A* в положение *B* в прямом направлении — на 15,85 м), а затем было повернуто на 90° (в положение *B*). Такой порядок передвижки продиктовала необходимость сохранения здания фирмы «Линкольн-Рилей», расположенного в углу участка. Передвижка производилась с помощью 18 ручных винтовых домкратов, что и обусловило небольшую скорость движения: в прямом направлении здание перемещали четыре дня, поворот осуществлялся 17 дней. Во время передвижки и телефонная станция, и все ее коммуникации работали бесперебойно.

В том же году передвигалось на 3 м здание ратуши в Рандерсе (Дания). Примененная для этого конструкция была подобна принятой в США, но усложнена установкой домкратов под путями. Поднимая отдельные участки стен, они должны были выравнивать во время движения здания неравномерные осадки грунта. Однако накопившийся к тому времени опыт передвижки зданий говорил о том, что неравномерность осадки при обычных грунтах оснований, тем более при перемещении малоэтажного здания, получается небольшой, и, если она не вызывает повреждений в стенах, отпадает необходимость в применении такой, усложненной, конструкции.

В 1933 г. на территории завода фирмы «Менк и Гамброк» в г. Алтана (Германия) по технологической необходимости была передвинута на 20 м кирпичная дымовая труба, непрерывно действовавшая в течение 33 лет. Передвижка осуществлялась по трем рельсовым путям, причем средний путь служил, видимо, для страховки. Если бы он дал меньшую осадку, чем крайние, дело могло только ухудшиться, ведь его осадка во время движения отличалась бы от осадки крайних путей. Подсчеты стоимости работ показали, что снос старой трубы и постройка новой обошлись бы на 44% дороже (без учета потерь на неизбежную приостановку производства).

## СОВЕТСКИЙ ОПЫТ ПЕРЕДВИЖКИ ЗДАНИЙ

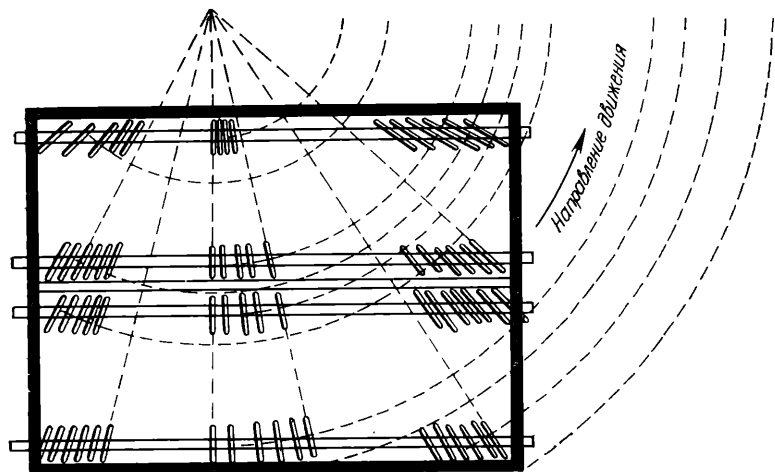
В нашей стране передвижка каменных зданий началась в 1934 г., когда в **Макеевке** по проекту инженера Н. Г. Кирлана было передвинуту **двухэтажное здание почты** массой 1300 т с железобетонным каркасом. Сначала здание перемещалось в прямом направлении — на 1,9 м, далее с поворотом на 90° — еще на 39,7 м. Интересно, что передвижка осуществлялась не на катках, а на кованных шарах диаметром 140 мм. Однако конструкция рельсовых путей с желобами для шаров из-за своей сложности не получила распространения. Почта во время передвижки, которая длилась 11 дней, не функционировала.

В 1935 г. в **Москве** передвигалось **двухэтажное ка-**

менное здание фидерной подстанции, что было вызвано необходимостью раскрыть проезд со 2-го Брестского тупика на Б. Садовую улицу. Отсутствие сквозного проезда создавало «пробку» в работе автотранспорта, вывозившего с шахты № 82 грунт, накапливающийся при разработке подземной станции метро «Площадь Маяковского». Впервые в СССР передвижка осуществлялась без перерыва эксплуатации здания.

К этому времени коллектив Конторы по подводке фундаментов Метростроя, возглавляемый автором данной работы, уже накопил большой опыт, который доказал, что установка рандбалок, подерживающих и усиливающих все капитальные стены здания на уровне среза, дает лучшие, чем в США, результаты: уменьшаются неравномерность осадки, ускоряется производство работ, здание укрепляется и может бесперебойно эксплуатироваться. Автору данной работы и было поручено составить проект передвижки подстанции и руководить ею.

Передвижка фидерной подстанции (рис. 9) производилась по каткам из толстостенных труб, расположенным «в косом» направлении (т. е. под углом меньше  $90^\circ$  к стенам здания), ручными лебедками со скоростью 6 м/ч. После перемещения на 12 м перпендикулярное по отношению к направлению движения расположение катков изменили на радиальное (см. рисунок), в результате чего здание было повернуто на  $10^\circ$ . Все работы, включая установку рандбалок, подъем и передвижку здания, заняли 25 дней при двухсменной работе. Мастер С. Т. Кузнецов и большинство работавших на этом объекте рабочих (В. И. Дудников, М. Г. Лабжинов, М. А. Ларионов и В. И. Сенин) стали впоследствии производителями работ, а слесари (И. С. Шавкунов и А. А. Кулаков) — механиками. На опыте этой работы сложился новый, советский способ передвижки зданий — с использованием рандбалок. По сравнению с применяемым в США, он оказался не только более экономичным, но и более эффективным — увеличивающим срок службы зданий. Хорошие результаты (в частности, расход металла менее  $6 \text{ кг/м}^3$  здания) привели к массовой передвижке зданий в Москве, в связи с чем автор этих строк в 1936 г. и был назначен начальником и главным инженером Конторы по передвижке зданий Моссовета.



Радиальное положение катков при круговом направлении передвижки здания

Одновременно с этим на руднике им. Дзержинского в Кривом Роге была доказана возможность и целесообразность передвижки на большое расстояние двухэтажного здания, сложенного из колотого буттового камня на слабом растворе. Здание массой в 1500 т передвигалось в продольном направлении на 240 м. Конструкция для передвижки была подобна применявшейся в США; руководил работами инженер И. С. Островский.

Первым объектом, передвинутым Московской конторой, стало одноэтажное кирпичное здание лаборатории Апрелевского завода грампластинок в Московской области. Это здание во время производства работ не эксплуатировалось (все дальнейшие передвижки в Москве производились без какого-либо нарушения эксплуатации зданий: жильцы не выселялись и коммуникации работали бесперебойно). Здание лаборатории передвигалось в прямом направлении на 70 м. Конструкция металлической рамы, установленной в месте среза здания с фундаментом, представляла собой систему рандбалок. Рандбалки продольных стен, расположенные в направлении движения, одновременно служили и ходовыми балками; рандбалки поперечных стен раз-

мещались над ними. Производителем работ были инженеры Л. А. Малыхин и А. И. Черноус.

В 1937 г. Управление строительством канала Москва—Волга для сокращения водного пути по Москве-реке приняло решение прорыть канал в Хорошевском Серебряном бору. На месте будущего канала располагались одно- и двухэтажные кирпичные жилые дома. Они были передвинуты на расстояние до 250 м (в прямом, «косом» направлениях и с поворотом). Интересно, что вторая секция двухэтажного дома с внутренними железобетонными колоннами благодаря радиальному расположению катков одновременно с передвижкой поворачивалась. Расположение катков при повороте показано на предыдущем рисунке. До передвижки оба дома поднимались гидравлическими домкратами примерно на 1 м, так как новое их местоположение было выше.

В том же году в **Москве** был передвинут **дом № 77 по ул. Осипенко** (бывшая Садовническая), построенный в 1929 г. (см. вторую страницу обложки). Дом — Г-образный в плане; объем передвинутого корпуса составлял 21 600 м<sup>3</sup>, длина — 88,60 м, ширина — 11,30, высота шестиэтажной части — 23,5 м, масса — 8000 т. Перекрытие над подвалом состояло из металлических балок с бетонными сводами; все остальные перекрытия были деревянными — из досок, поставленных на ребро. Поперечные внутренние капитальные стены были заменены отдельными кирпичными столбами. Толщина наружных стен в первых трех этажах равнялась 2,5 кирпича, а в верхних двух и в трех этажах шестиэтажной части дома — 1,5 кирпича (сложены по системе Вутке<sup>5</sup>). В доме имелись водопровод, канализация, отопление, электричество, газ, телефон и радио.

Передвижка дома была вызвана устройством на его месте подходов к новому Большому Краснохолмскому мосту. Часть дома, фасад которой выходил на улицу Осипенко, должна была остаться на месте. Здание в угловой части разрезали вертикально на два дома. Разрезка производилась отбойным молотком по лестничной клетке. Одна из капитальных стен лестничной клетки, примыкавшая к передвигаемой части зда-

---

<sup>5</sup> Стены утепляются прокладкой толя в вертикальные швы кладки.

ния, передвигалась вместе с ним. Вторая была отрезана, и поэтому на расстоянии 10 см от нее заблаговременно, еще до передвижки здания, была построена новая железобетонная стенка толщиной 10 см. Таким образом, одна сторона маршей и площадок лестничной клетки уменьшилась на 20 см. Ступени, опиравшиеся ранее на капитальную стену, укоротились, их концы были забетонированы в железобетонную стенку.

Направление движения шло по кривой с наименьшим радиусом 101,23 м. Радиусы подобрали путем точного сопоставления существующего положения здания и новой красной линии застройки после расширения улицы. Длина пути передвижки по среднему радиусу составила 43,45 м, а поворот здания на полную длину передвижки —  $19^{\circ} 5'$ . Здание срезали с фундаментов в том месте, где бутовый фундамент переходил в кирпичную кладку. По линии среза все капитальные кирпичные стены укрепили втопленными в них рандбалками из двутавров № 45, которые поддерживали каждую стену здания с двух сторон; рандбалки «прошили» и все внутренние каменные столбы. Сдвиг здания осуществлялся 27 электродомкратами грузоподъемностью по 20 т каждый (см. рис. 3). Все домкраты включались и выключались одновременно одним рубильником, однако для каждого из них имелся и свой рубильник, чтобы в случае необходимости можно было выключить любой домкрат. Одновременно с установкой здания на новый фундамент гибкие шланги временных коммуникаций дома (газ, водопровод, канализация, телефон, электричество) заменили на постоянные. Во время передвижки здание не деформировалось и все коммуникации работали нормально. Производителем работ был инженер Н. А. Кусянский, механиком — инженер В. Г. Киркин.

В 1937 г. в **Москве** передвигалось пятиэтажное Г-образное в плане **здание по ул. Серафимовича**, построенное в 1929 г. С помощью гидравлических домкратов здание сначала подняли на 1,855 м, а затем передвинули на 74 м в прямом направлении на красную линию застройки улицы. Объем здания составлял более 17 600 м<sup>3</sup>, масса — 7500 т; стены здания были сложены из кирпича на цементном растворе.

Здание отделили от фундаментов, подняли на 1,5 м выше пола подвала, и на этой отметке во все его ка-

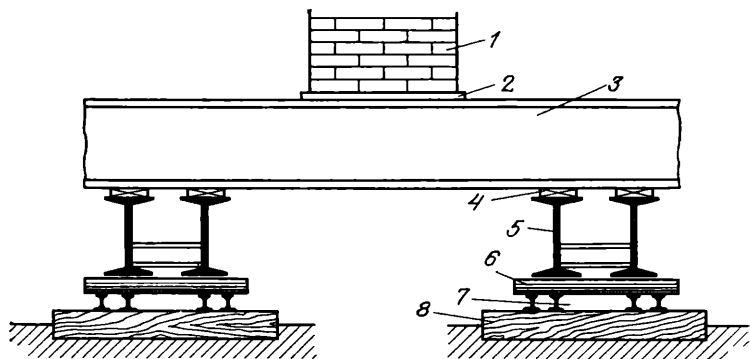


питательные стены установили рандбалки из двутавров № 45 и 55, причем рандбалки, стен, расположенные параллельно направлению движения, одновременно служили и ходовыми балками. По окончании бетонирования рандбалок под ними пробили сквозные гнезда, в которых установили 92 двухсоттонных гидравлических домкрата типа «Перпетуум», которые могут осуществлять непрерывный подъем. Скорость подъема дома составила 2 см/ч в начале работ и 5 см/ч при дальнейшей работе. Равномерность подъема здания контролировалась системой водяной нивелировки, работающей по принципу сообщающихся сосудов с отдельным отводом над каждым домкратом. Передвигалось здание на 74 м со скоростью 6 м/ч с помощью 10-тонных электрических лебедок. Производителями работ были инженеры А. А. Покровский и Б. Б. Слуцкий.

До 1938 г. проектирование и руководство производством работ по передвижке всех зданий в Москве осуществлялось автором этой работы. В 1938 г. для передвижки зданий у нас начали применять выносные балки, т. е. вместо того, чтобы втапливать балки в стены, их стали устанавливать с обеих сторон стены вдоль нее. Для скрепления стен с этими балками над ними, сквозь пробитые в стене сквозные гнезда, вставляли короткие поперечные балки (поперечины). Вместо одного пути непосредственно под стеной устраивали два пути — с обеих сторон стены. Такой способ был аналогичен применяемому в США (см. рисунок на стр. 24).

В 1938 г. в **Москве при расширении ул. Горького** (от центра до пл. Пушкина) с 16 до 60 м был передвинут в глубь квартала на 49,82 м в прямом направлении **дом № 24** (см. первую страницу обложки). Этот интересный по архитектуре дом, построенный И. С. Кузнецовым в 1903 г., в первых двух этажах имел большие арки с узкими простенками, а в центре фасада — полуциркулярную арку большого пролета высотой в два этажа. В доме было два внутренних двора; объем дома составлял 46 600 м<sup>3</sup>, масса — 22 400 т. Под всем зданием, включая и внутренние дворы, имелись подвальные помещения; их перекрывали кирпичные сводики. Перекрытия остальных этажей были деревянными по металлическим балкам.

Здание «срезали» с фундаментов на уровне пола подвала, по которому укладывались рельсовые пути.



Расположение путей с обеих сторон стены:

1 — стена; 2 — деревянные прокладки; 3 — поперечная балка (поперечина); 4 — клинья; 5 — ходовые балки; 6 — катки; 7 — рельсы; 8 — шпалы

Это дало возможность передвинуть его вместе со стенами подвалов и перекрытиями над внутренними дворами. Разборка этих перекрытий была нецелесообразной, так как препятствовала бы проезду во двор автомобилей. Кроме того, открытая сверху ходовая конструкция засыпалась бы снегом и мусором. В отличие от передвижек других зданий, где предварительная закладка фундаментов считалась обязательной, при передвижке этого здания, происходившей в зимнее время и в предельно короткий срок, было решено на новом месте фундаментов под здание вообще не закладывать, здание двигалось вместе со стенами подвалов, и кирпичная щебенка под пути укладывалась по хорошему грунту. Она и должна была передать нагрузку от здания на грунт. После передвижки здания в щебеночную подготовку с помощью сжатого воздуха был нагнетен цементный раствор. За прошедшие с момента передвижки здания 40 лет осадки его не обнаружены. В здании проживало более 500 человек, и оно непрерывно эксплуатировалось. На время передвижки здания все его сантехнические устройства переводились на гибкие шланги (рис. 11), а отопительная система присоединялась к соседней котельной с помощью трубопроводов и утепленных шлангов. Все работы, связанные с передвижкой здания, заняли менее пяти месяцев.

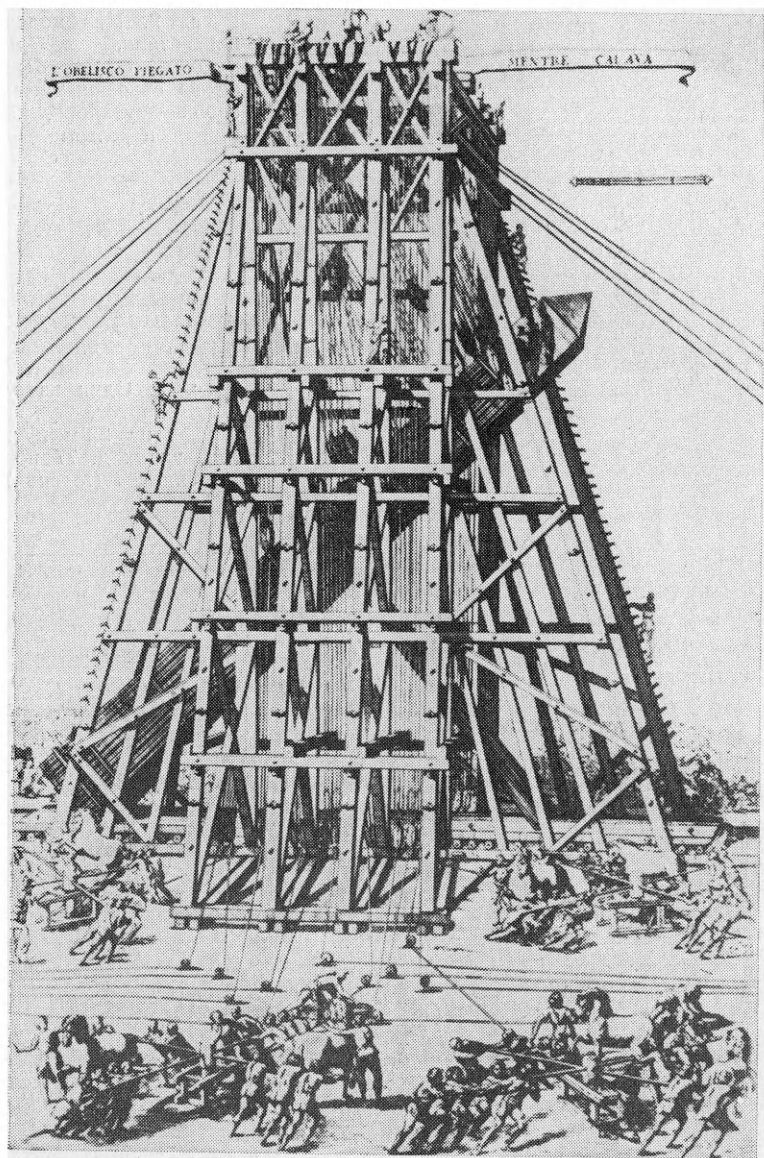


Рис. 1. Поворот древнеримского обелиска из вертикального положения в горизонтальное для его передвижки

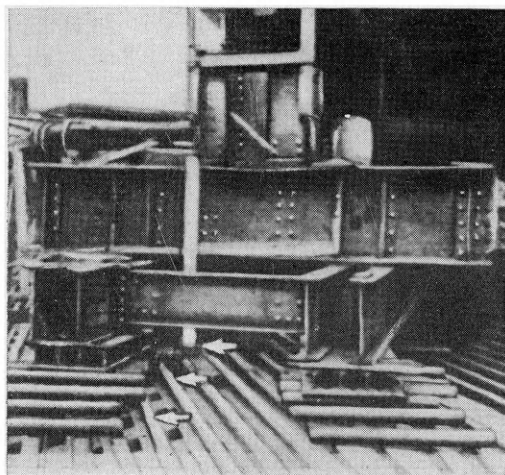
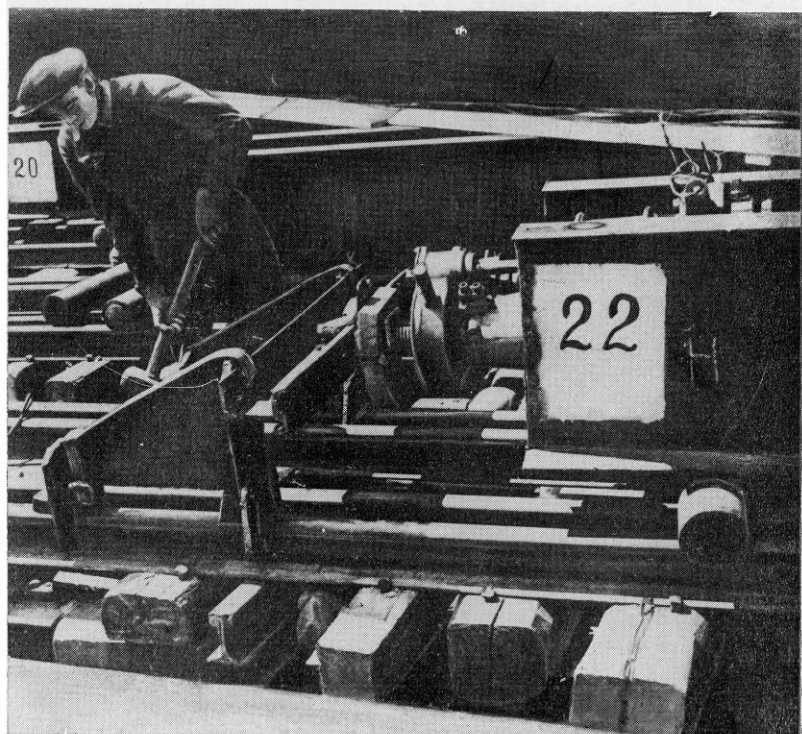


Рис. 2. Низ колонны, поперечина, две пары ходовых балок, башмаки из сваренных между собой двутавров, катки и рельсы

Рис. 3. Один из электродомкратов, установленных на 22-м пути и толкающих д. 77 по ул. Осипенко (Москва)



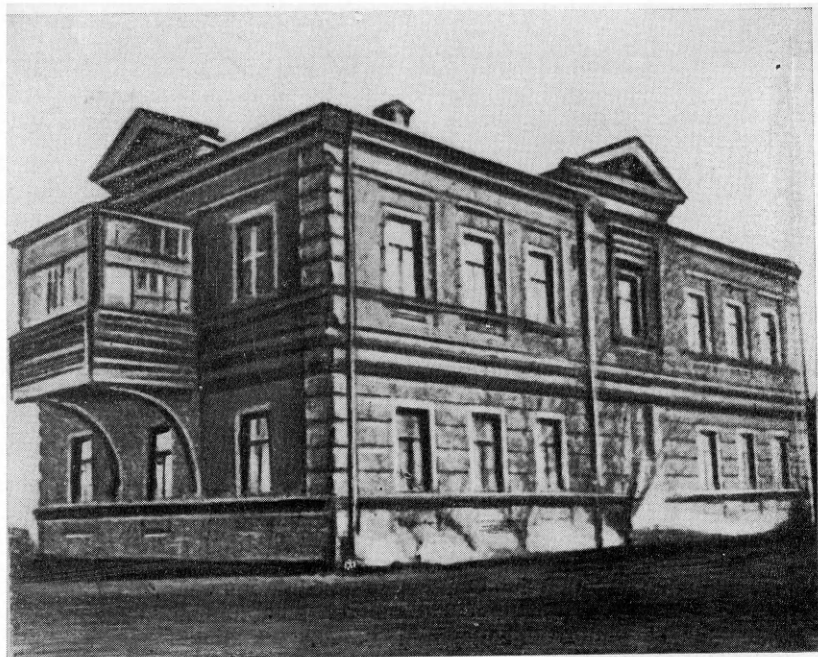
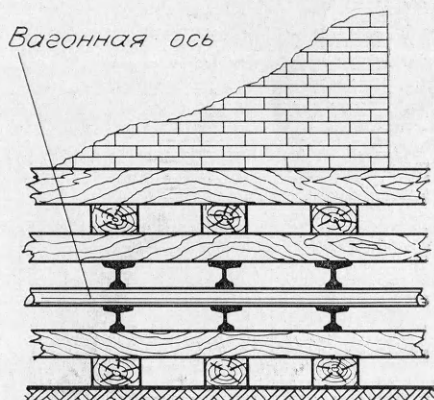


Рис. 4. Первое передвижное на 100 м каменное здание в Москве и конструкция, примененная проф. И. М. Федоровичем для его передвижки



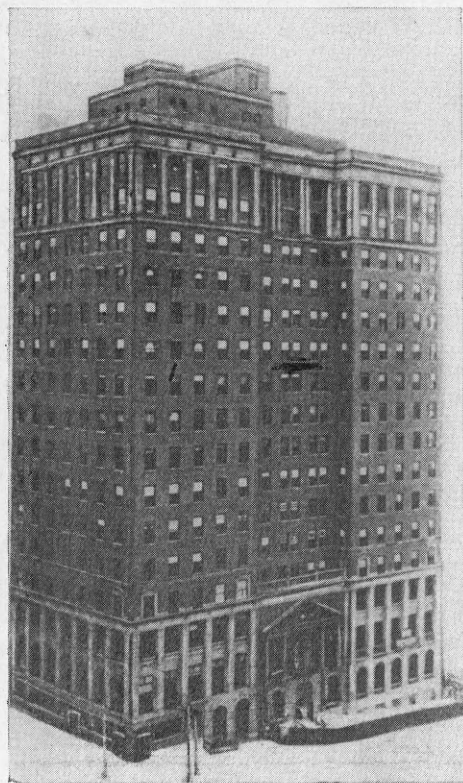


Рис. 5. Здание банка в США до и после передвижки его главной фасадной стены (здание достроено)

Рис. 6. Передвижка фасадной стены здания (США)

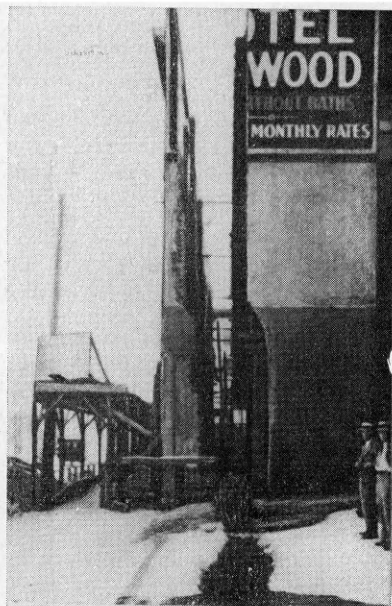
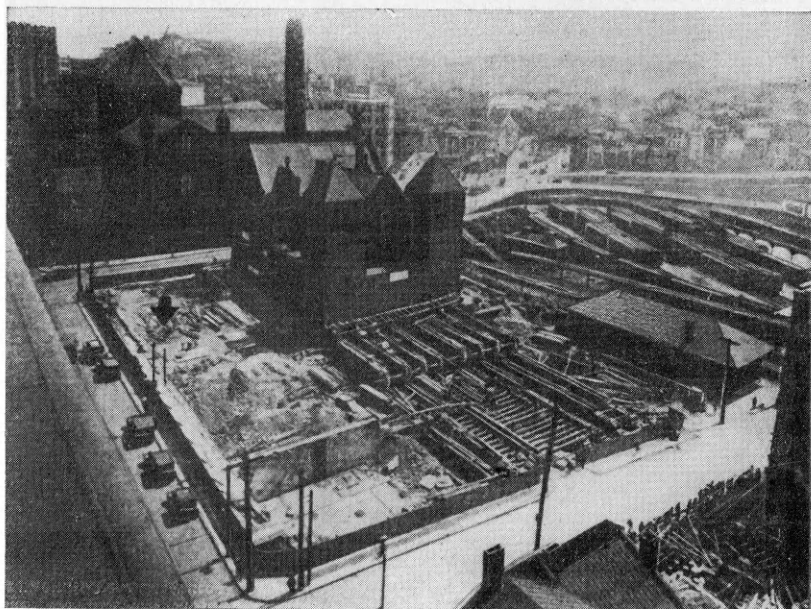


Рис. 7. Здание морга во время передвижки (США)



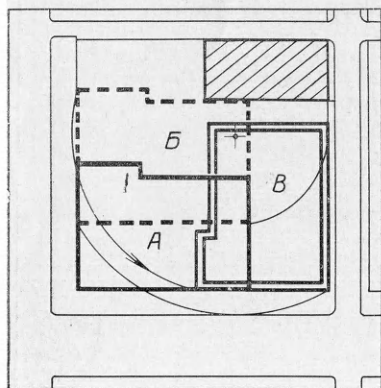
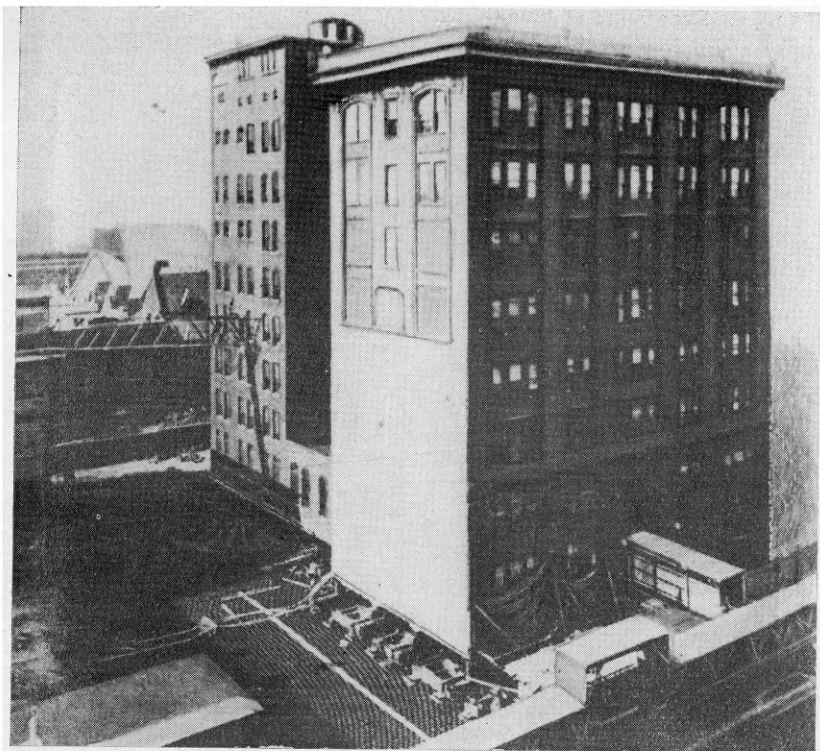


Рис. 8. Здание телефонной станции (США) во время передвижки и ее этапы:

А — начальное положение; Б и В — первый и второй этапы передвижки; заштрихован план существующего здания, потребовавшего осуществления передвижки в два этапа



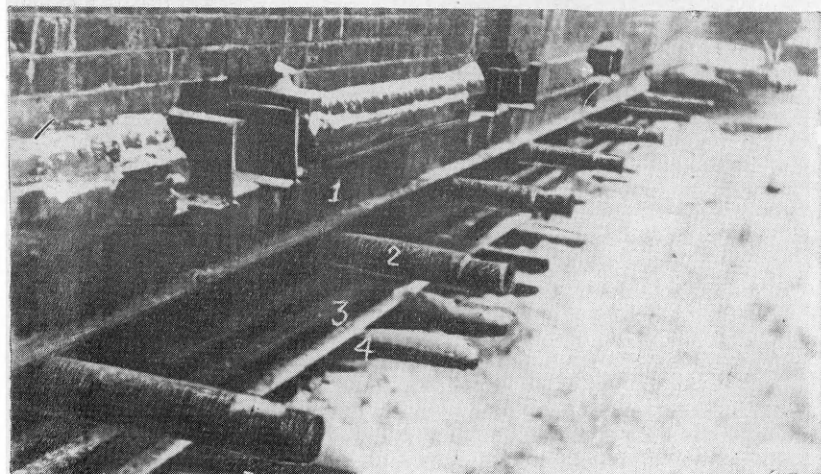
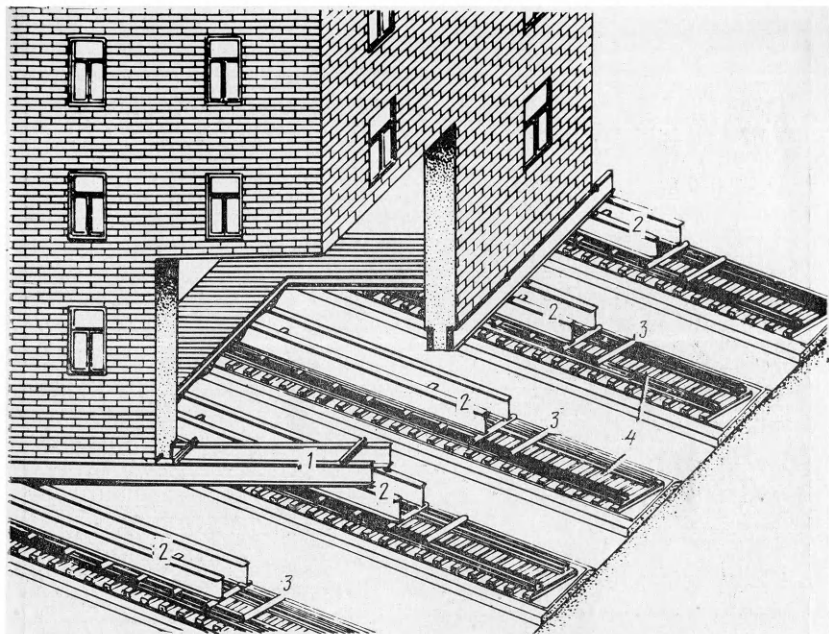


Рис. 9. Советская конструкция для передвижки здания в «корм» направлении: 1 — рандбалки; 2 — ходовые балки, расположенные в направлении движения; 3 — катки; 4 — рельсовые пути

Рис. 10. Советский способ передвижки зданий в прямом направлении: 1 — рандбалка (она же ходовая); 2 — катки; 3 — рельсы; 4 — шпалы

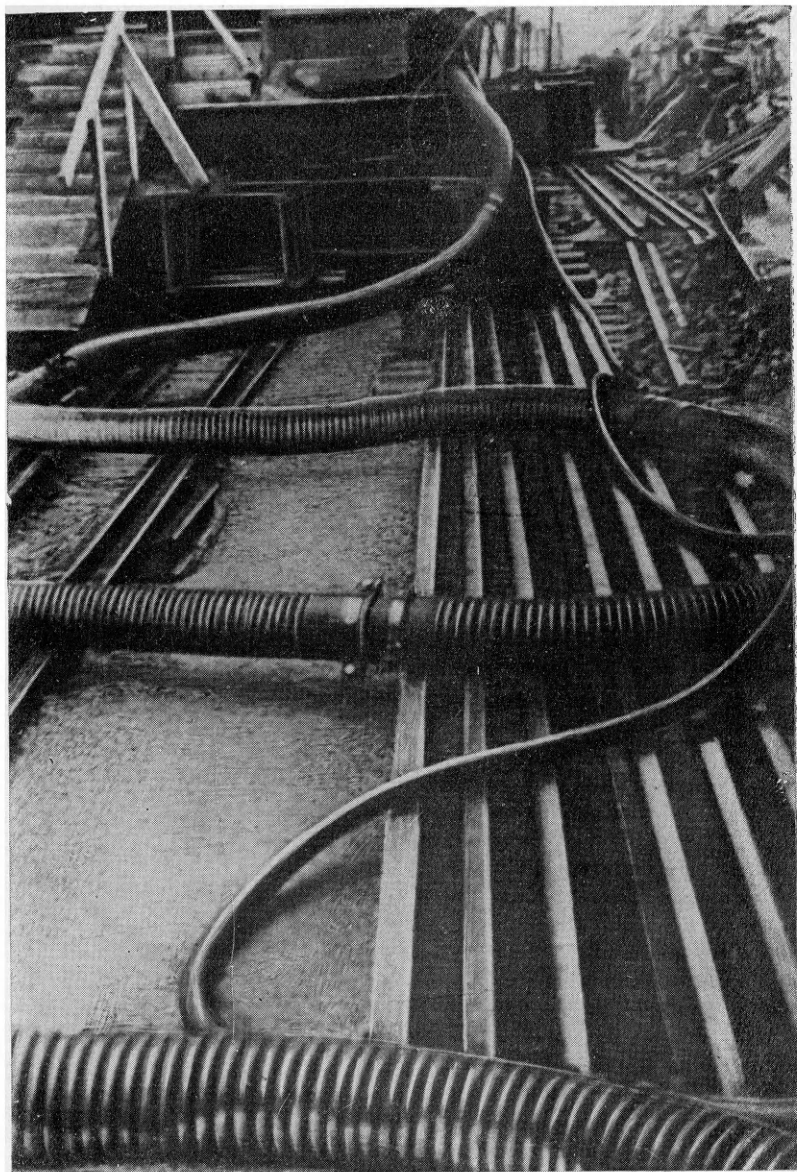


Рис. 11. Шланги, обеспечивающие работу водопровода и канализации во время передвижки зданий

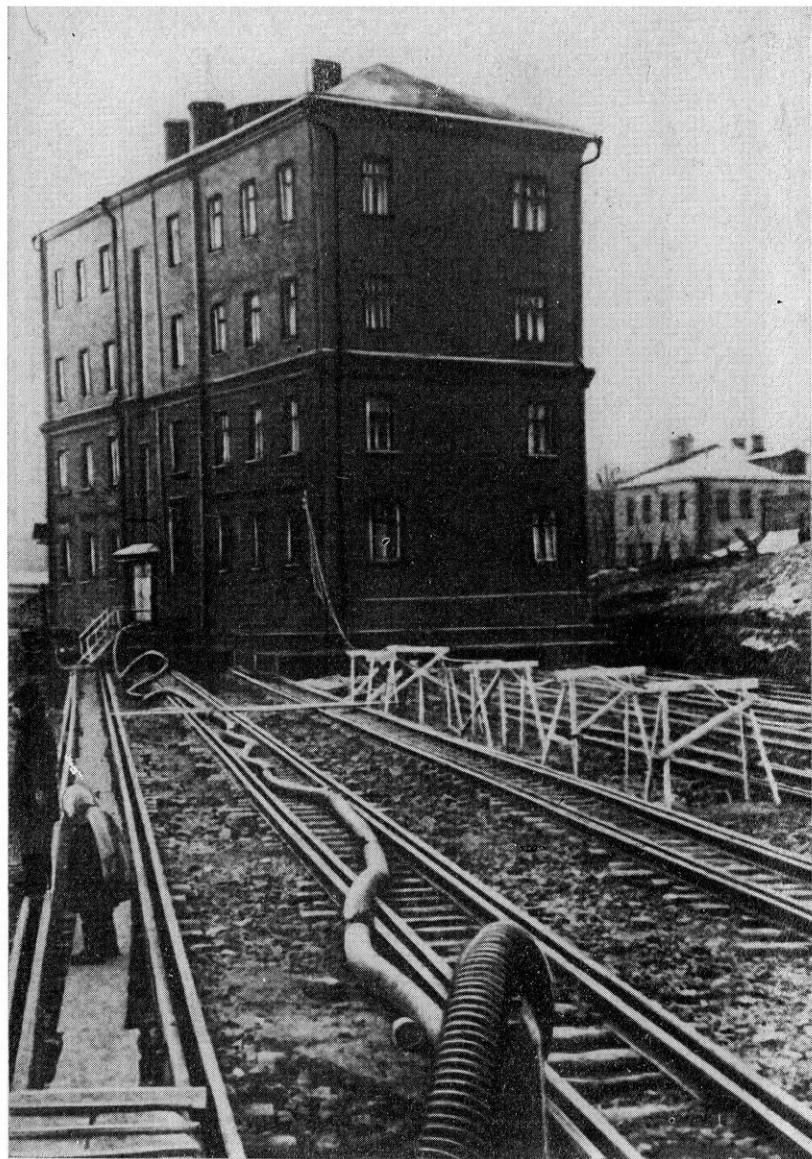


Рис. 12. Дом № 12 по Б. Пионерской улице в Москве во время передвижки



Р и с. 13. Здание Моссовета до передвижки и надстройки.  
Ул. Горького до ее расширения и передвижки здания Моссовета  
(на переднем плане слева виден его угол)

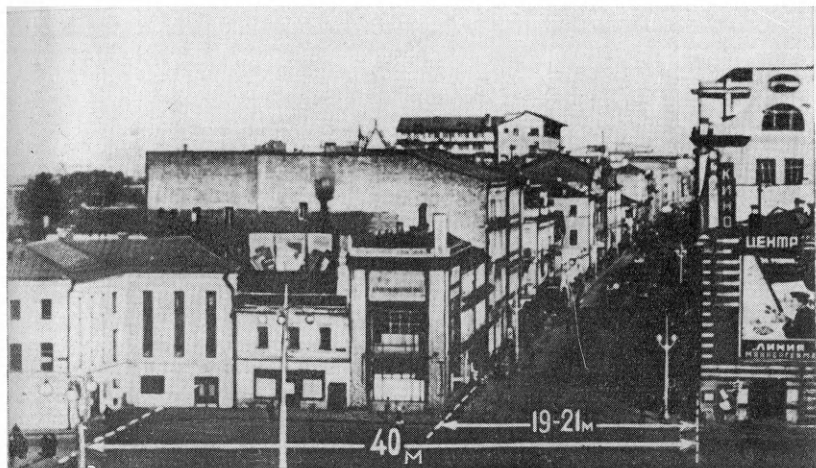


Рис. 14. Ул. Горького в Москве (от пл. Пушкина до пл. Маяковского) до ее расширения

Рис. 15. Здание Глазной больницы на ул. Горького в Москве

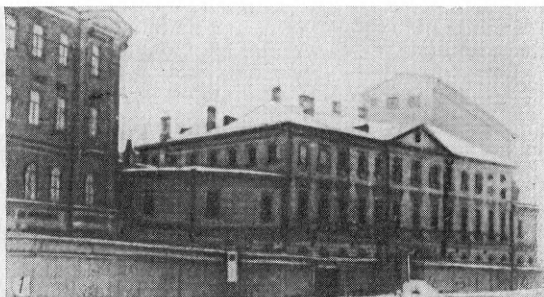
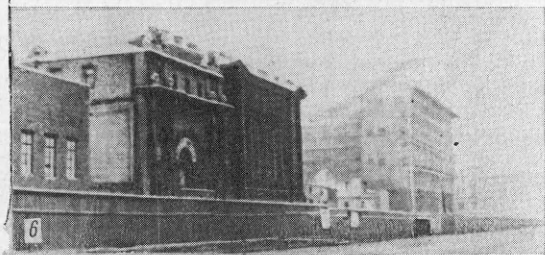
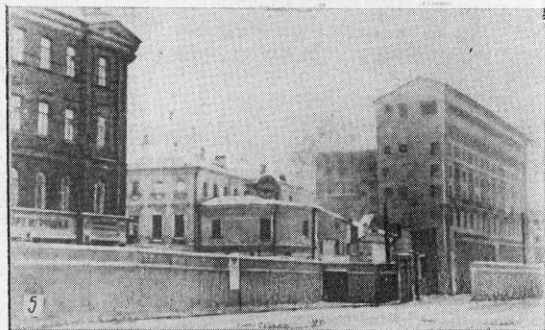
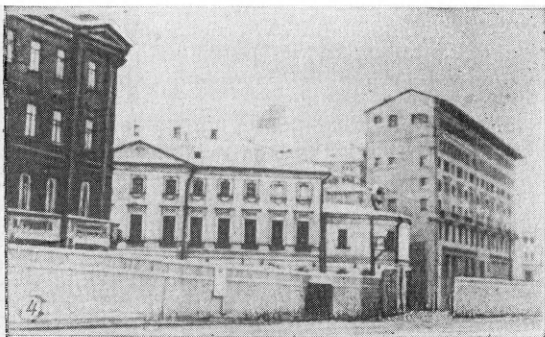


Рис. 16. Этапы передвижки Глазной больницы с ул. Горького в пер. Садовских



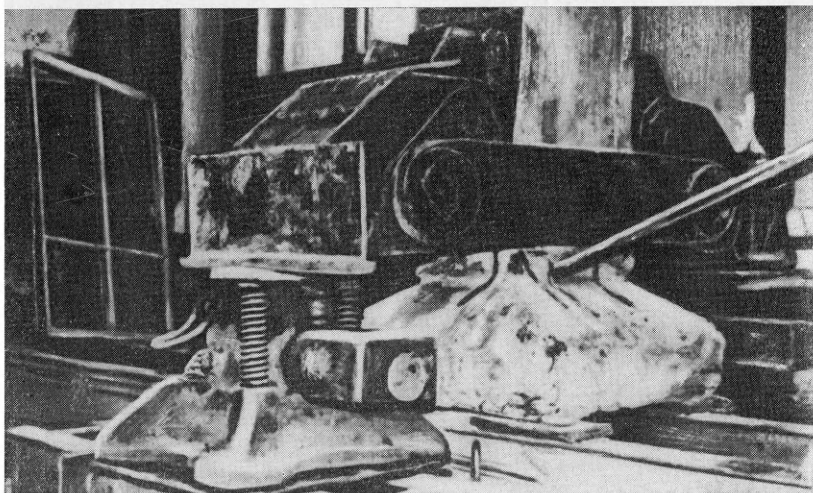
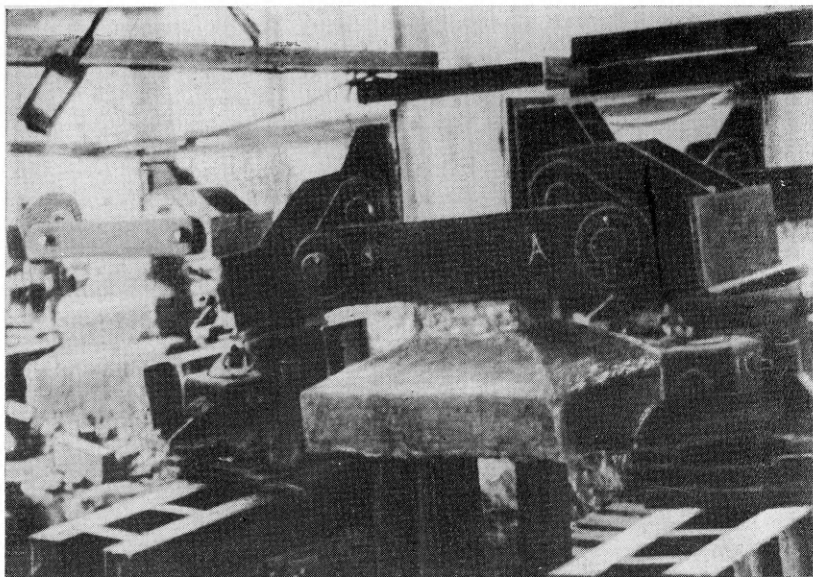


Рис. 17. «Вывешивание» колонны, зажатой хомутом, с помощью домкратов:

колонна вывешена, под ее башмаком установлены две подстраховочные стойки;

колонна посажена на ходовую балку с упругими деревянными прокладками



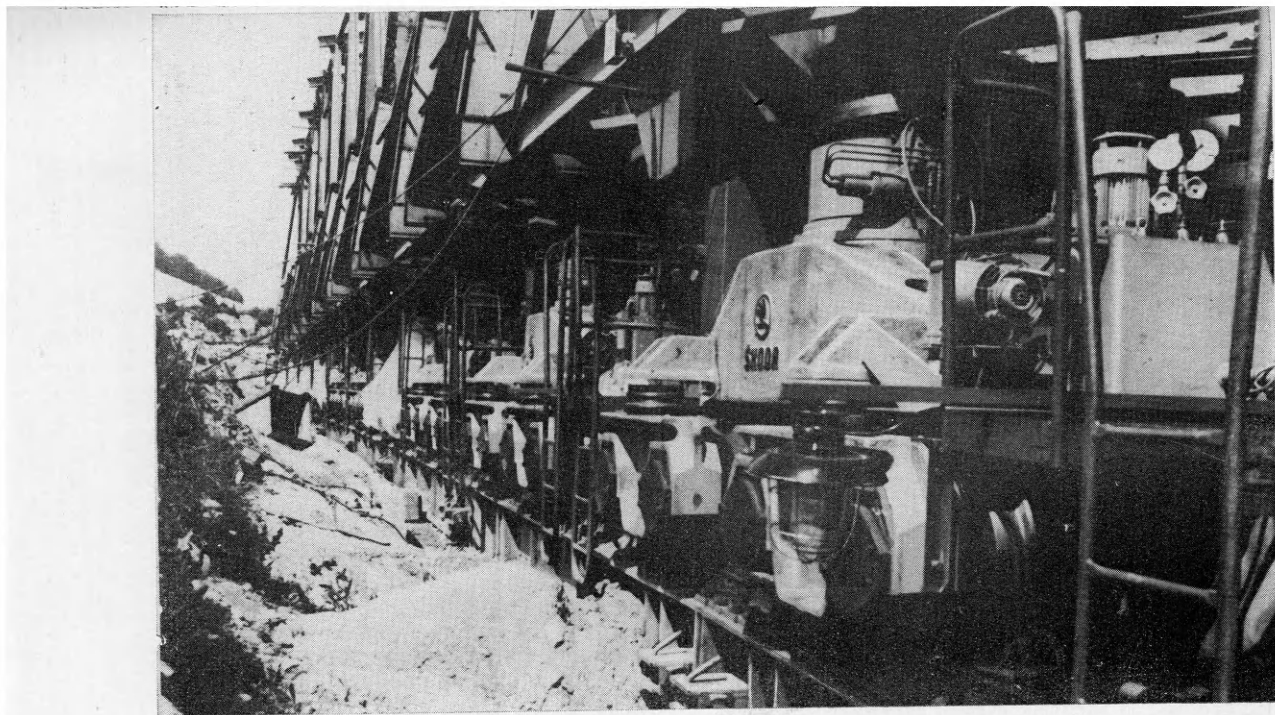
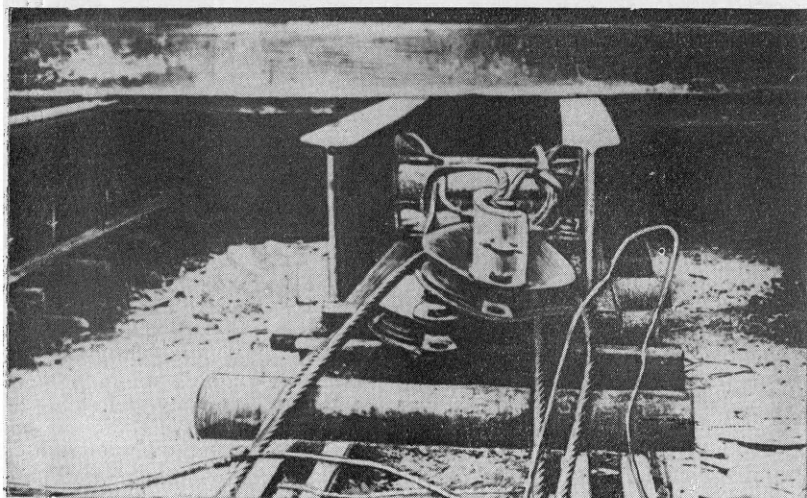
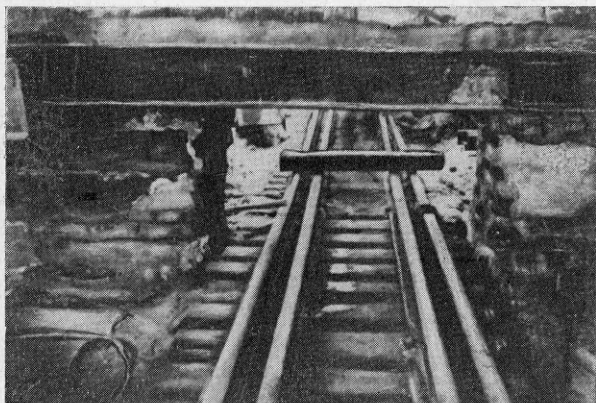


Рис. 18. Передвижка коестла в г. Мосте (Чехословакия)

Рис. 19. Передвижка здания по специальным ходовым балкам: рандбалки заведены в стены здания; в пробитом проеме фундамента уложен рельсовый путь; ходовые балки заведены и к ним присоединен блок полиспаста тягового устройства



Проектировали эту передвижку канд. техн. наук Р. И. Аронов и архитектор И. В. Малыгина, старшим производителем работ был А. Ю. Рабинович.

Зимой того же года в Москве передвинули на 62,9 м в косом направлении дом № 12 по Б. Пионерской улице (рис. 12). Интересно, что котел, отопливавший здание, был перенесен из подвала на промежуточную площадку лестничной клетки между первым этажом и подвалом и продолжал непрерывно отопливать здание.

В 1939 г. передвинут на 84,62 м трехэтажный кирпичный дом № 82 по Остаповскому шоссе. Передвижка осуществлялась на 23-й день после начала подготовительных работ. Все основные работы осуществлялись днем, а подсобные — ночью. Проектировали эту передвижку И. А. Скачков и А. И. Герценберг, производителем работ был инженер А. М. Каган. В том же году передвинут, причем вместе с фундаментами, двухэтажный кирпичный дом № 72 по Ярославскому шоссе. Старшими производителями работ были инженеры П. Ф. Панфилов и И. Н. Лапыгин.

**Передвижка здания Моссовета** (ул. Горького, № 31) стала началом реконструкции левой стороны ул. Горького, которая на протяжении от Советской площади до площади Пушкина расширялась с 20 до 50 м (рис. 13). Здание Моссовета состоит из двух больших корпусов, расположенных один против другого, и двух боковых крыльев, соединяющих оба корпуса. Между корпусами и крыльями расположен большой внутренний двор. Корпус здания, выходящий фасадом на ул. Горького, построен в 1784 г. знаменитым архитектором Матвеем Казаковым. Второй — новый корпус, расположенный по ул. Станкевича, построен в 1932 г. по проекту академика архитектуры И. А. Фомина.

Передвигался первый корпус — на 13,65 м в прямом направлении, в глубь квартала, на красную линию застройки. Он представлял собой четырехэтажное каменное, П-образное в плане здание (объем — 32 500 м<sup>3</sup>; масса — 20 тыс. т). Существовавшая ранее деревянная пристройка к зданию (веранда) передвигалась вместе с ним. Подвал существовал только под небольшой частью здания, и полы первого этажа — там, где он отсутствовал, были уложены по подготовке, устроенной непосредственно на грунте. Общее тяговое усилие при передвижке равнялось 5% от веса здания. Трудо-

вая деятельность в учреждении не нарушалась ни на час, так как работы и под домом, и на территории выполнялись подземным (закрытым) способом. Расчеты сравнительной стоимости открытого (без перекрытия двора) и закрытого (с перекрытием двора) способов показали, что стоимость работ при закрытом способе возрастает на 0,5 руб. на 1 м<sup>3</sup> объема здания. Фундамент на новом месте был заложен с учетом достройки здания до шести этажей.

Здание Моссовета было передвинуто 16 сентября 1939 г., со скоростью 20 м/ч; оно находилось в движении 40 мин. Передвижка этого здания обошлась в 35,7% от его оценочной стоимости. Проектировали ее инженеры Ю. Б. Монфред, З. М. Перлштейн и И. Я. Злотарь; производителем работ был Н. А. Кусянский, главным геодезистом — А. И. Герценберг.

В 1939 г. на совещании технического отделения Академии наук СССР способ передвижки зданий, применяемый в Москве, получил следующую оценку: «§ 2. Высокие качественные показатели работ по передвижке зданий в Москве доказали, что метод и конструкция для передвижки зданий, предложенные инженером Э. М. Генделем, разработанные совместно с сотрудниками Треста по передвижке зданий и применяемые в Москве при передвижке каменных зданий, являются целесообразными».

В 1940 г. наряду с деревянными зданиями в Москве было передвинуто несколько двухэтажных смешанных (нижние этажи — каменные, верхние — деревянные) зданий, один деревянный двухэтажный дом с продольной каменной стеной-брандмауэром и шесть многоэтажных каменных домов. Дом с брандмауэром передвигался нами впервые. Предполагалось, что некоторые затруднения вызовут крепления каменной стены с рублеными. В действительности же осадка путей под каменной стеной была почти такой же, как и под деревянными стенами.

В 1940 г. началась реконструкция ул. Горького от пл. Пушкина до пл. Маяковского (рис. 14). На этом участке было передвинуто шесть домов, расположенных по левой стороне улицы. Первым передвигался **П-образный комплекс**, состоявший из трех пристроенных одно к другому зданий: пятиэтажного дома № 61/12, в котором находился Детский театр, четырех-

этажного и трехэтажного домов, расположенных в переулке Садовских. Под всеми зданиями имелось объединенное подвальное помещение. Площадь застройки этого комплекса составляла 2600 м<sup>2</sup>, объем — 48 060 м<sup>3</sup>, масса — 25 000 т. Он передвигался в прямом направлении на 19,21 м, параллельно переулку Садовских. Такое тяжелое здание передвигалось впервые в мире. Передвижку этого объекта проектировали инженеры Ю. Б. Монфред и З. М. Перлштейн, старшим производителем работ был инженер А. М. Каган.

Следующим передвигаемым зданием была **Глазная больница**, построенная в XVIII в. архитектором Матвеем Казаковым (рис. 15). Главный фасад этого здания выходил на ул. Горького, а боковой — в переулок Садовских. Здание, Э-образное в плане (объем — 23 400 м<sup>3</sup>, масса — 13 300 т), включало небольшие подвальные помещения (9% от площади застройки). Полы первого этажа, где подвал отсутствовал, опирались непосредственно на грунт. Линия среза здания находилась на 1,5 м ниже подготовки под пол первого этажа, что объяснялось следующими соображениями. Во-первых, это давало минимальную, необходимую для работы высоту между щебеночной подготовкой под рельсовые пути и низом конструкции пола первого этажа. Во-вторых, целесообразно было устанавливать рандбалки в кирпичную кладку, а не в слабую, расположенную ниже, бутовую кладку фундаментов, причем подземным способом, после выемки грунта под полом первого этажа.

При производстве земляных работ под зданием паркетные полы первого этажа «перекреплялись» на подводимую снизу конструкцию перекрытия. Она состояла из двутавровых балок, на нижние полки которых укладывались железобетонные плитки, а на них утеплитель (шлаковая засыпка). Это обеспечило безаварийное функционирование больницы, включая и первый этаж, во время производства работ. Поскольку в направлении движения здания территория участка понижалась (на 3,8 м), на новом его местоположении был построен цокольный этаж. Здание передвигалось в горизонтальной плоскости и после передвижки стало вместо трехэтажного четырехэтажным. Этапы передвижки Глазной больницы показаны на рис. 16. В это время главный хирург больницы профессор И. И. Страхов

оперировал больных. Передвижку Глазной больницы проектировали инженеры Ю. Б. Монфред, З. М. Перлштейн и Н. И. Самарин, старшим производителем работ был Н. А. Кусянский.

В 1941 г. было передвинуто еще несколько многоэтажных зданий по ул. Горького. Среди них — четырехэтажный дом № 27, построенный в XVIII в., в котором в 1812 г. находился штаб Наполеона. Это здание (объем — более 25 тыс. м<sup>3</sup>; вес 13 000 т) передвигалось параллельно продольным стенам. Здесь мы вновь применили конструкцию, при которой рандбалки одновременно служили и ходовыми балками. К такой конструкции мы вернулись после нескольких лет применения (наряду с рандбалками) выносных балок с поперечинами, поскольку использование рандбалок и как ходовых снижает расход металла, увеличивает надежность здания и обходится дешевле. Проектировал эту передвижку инженер А. С. Лесневский, производителем работ был инженер В. М. Белоглазов.

**К этому времени способы передвижки зданий получают распространение и в промышленности.**

Еще до войны при реконструкции складских предприятий передвигали на значительные расстояния по суше и воде большие стальные клепаные резервуары. При передвижке по суше резервуары поднимали домкратами, и под них заводили многополосные сани, территория по ходу движения выравнивалась скреперами. Для передвижки по воде резервуары задвигали на затопленные у берега баржи. После удаления с барж балласта их отбуксировали к месту нового местоположения резервуаров. Много резервуаров было передвинуто в Горьковской области под руководством инженера П. Я. Маслова-Оброчинского.

Вместо демонтажа стальных буровых вышек, перевозки их отдельными элементами и последующей сборки на новом месте бурения их начали передвигать на большие расстояния в собранном виде, что значительно ускорило работы по разведке нефти и газа.

С 1942 г. методы передвижки зданий начали применять и при реконструкции домен, в частности метод надвигки новой печи. Обычно новая домна строилась непосредственно на месте старой, которая не действовала все то время, которое уходило на разборку ста-

рой и постройку на ее месте новой домны. Чтобы продлить срок службы старой домны, мы предложили строить новую домну в стороне от старой, на временном основании из рельсовых путей. Теперь только после этого разбирают действующую домну, реконструируют фундамент, укладывают рельсовые пути и передвигают новую домну на место старой. Применяя такой способ, удалось свести к минимуму простой в работе доменной печи — к времени, необходимому для разборки старой печи, надвигки новой и присоединения коммуникаций.

В 1942 г. на Чусовском металлургическом заводе, на расстоянии 50 м от реконструируемой печи, сложили горно новой печи массой 157 т, которое после разборки старой печи было передвинуто на ее место. Тем же способом в 1949 г. на Криворожском металлургическом заводе передвинули на 23,5 м шахту печи массой 312 т, а в 1951 г. на Константиновском заводе им. Фрунзе — на 30 м доменную печь массой 600 т. В 1953 г. на Ново-Тагильском заводе передвинули по каткам домну массой 2500 т. В том же году на заводе Запорожсталь с помощью надвигки заменили старую домну новой, производительность которой стала на 65% больше прежней. В 1960 г. на заводе «Азовсталь» передвинули на 25 м домну массой 6500 т.

Опыт работ по надвигке домны показал, что домну можно передвигать с шамотом, полом и стенками, а промежуток времени между разборкой старой домны и вводом в эксплуатацию новой довести до 20—25 дней. Наш способ надвигки домен стал применяться и в ГДР. Вскоре этот способ мы начали использовать и при строительстве надшахтных копров. Вслед за проходкой шахты можно надвинуть на нее построенный в стороне шахтный копер, т. е. значительно быстрее ввести шахту в работу:

В 1944 г. в Киеве переместили на 35 м вместе с грунтом 100-летние деревья, т. е. была доказана возможность и целесообразность пересадки старых деревьев (корни которых находятся близко к поверхности) способом надвигки зданий. Дерево передвигали с примыкающим к нему грунтом площадью от 2×2 до 3×3 м (в зависимости от породы и возраста дерева) и глубиной от 1,5 до 2 м, хорошо укрепленным с боковых сторон и снизу. Корневая система обнажалась

одновременно со всех четырех сторон, но не сразу на всю глубину. Сначала вокруг ствола устанавливали два венца на глубину примерно 30 см. Затем, не ранее чем через 20 дней, выбирали грунт для следующих двух венцов и так далее, выдерживая указанный промежуток во времени. Венцами служили брусья 15×15 см в сечении. Их соединяли в углах косыми шипами так, как крепят ящики.

Со всех четырех сторон прорывали траншеи с откосами, направленными во внешние от ствола стороны. При размерах примыкающего к дереву грунта 3×3 м траншея с задней по отношению к движению стороны имела ширину 1,5 м, длину 3 м + 2×1 м = 5 м и глубину 2,5; с боковых сторон — ширину по низу 1 м и глубину 2 м. По направлению движения дерева устраивали траншею шириной 5 м, глубиной 2,5 м и длиной 6 м. В ней по всей площади укладывали слой соломы толщиной 10 см, уменьшающей коэффициент трения. По такой подготовке укладывали плашмя плоские шпунтины длиной 5 и шириной 3,3 м. С помощью 100-тонного гидравлического домкрата шпунтины вдавливали под венцы. Упором для домкрата служил торец траншеи, обложенный брусьями, скрепленными скобами. По мере вдавливания шпунтин и продвижения домкрата, между торцом траншеи и домкратом уложили деревянные «компенсаторы» соответствующей длины. После вдавливания всех шпунтин на 5 м прорыли траншею на всем расстоянии передвижки, к концам шпунтин приварили швеллер № 30, а к нему привязали по краям и посередине по одному блоку; крайние блоки были одношкивными, а средний — двухшкивным.

Дерево передвигалось с помощью 10-тонных лебедок и полиспада. Можно было обойтись и без лебедок, и без блоков — с помощью четырех тракторов С-150, только чтобы тяговое усилие для преодоления трения скольжения было не меньше 0,6 от массы грунта дерева и крепления его, а именно:  $0,6 (2 \text{ м глубина грунта} \times 3 \text{ м} \times 3 \text{ м} \times 1,8 \text{ т/м}^3, \text{ объемный вес грунта, } + 2,5) \approx 22 \text{ т}$ . Масса дерева и крепления было приняты в 2,5 т. При двух 10-тонных лебедках тяговое усилие составило:  $4 (\text{нити троса}) \times 10 \times 0,9 (\text{кпд}) = 36 \text{ т}$ , что даже превысило необходимое усилие. Проектировал пересадку деревьев и руководил работами автор этих строк.

Во время Великой Отечественной войны 1941—



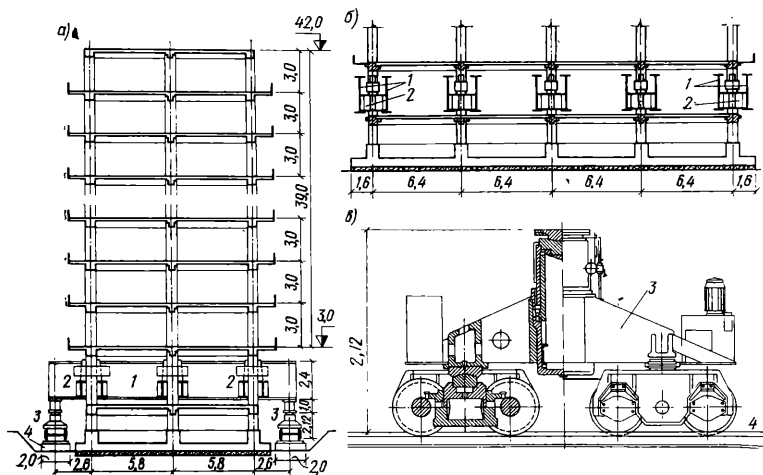
1945 г. нами были созданы три эвакуационных отряда, которые, применяя лебедки с полиспадами, передвигавшими здания, извлекли из болот, рек и озер около 2000 танков. Бывали случаи, когда извлеченный таким образом танк сразу же вступал в бой.

Передвижка зданий в Москве возобновилась в 1958 г., когда на 63 м было передвинуто два одинаковых пятиэтажных здания по ул. Б. Кочки. Проанализировав расходы на передвижку многих зданий, мы установили, что, чем меньше устраивается путей, тем дешевле обходятся работы. Так, при прямой передвижке под верхними (накаточными) путями, состоящими из двух рандбалок (для одной стены), рельсовые пути располагаются на ширине, равной толщине «подрезаемой» стены. При косой передвижке или повороте здания целесообразно, чтобы накаточными путями служили сами рандбалки. Для этого под рандбалками располагают башмаки, которые упрощают заводку катков спереди (в направлении движения). Рельсовые пути в этих случаях устраивают значительно более широкими (а значит, с большим количеством рельсов), поскольку накаточные пути все время смещаются в сторону или заворачиваются.

Исходя из этих соображений, для передвижки зданий по ул. Б. Кочки мы приняли расстояние между путями в 6,0 м, в то время как при предыдущих передвижках максимальное расстояние между путями равнялось 4,40 м. Под каждым зданием шириной 15,8 м устроили всего три пути. В отличие от ранее применявшегося способа перекрепления все несущие конструкции (железобетонные стойки-колонны) предварительно поднимали домкратами, а затем после укладки непосредственно под ними рельсовых путей, катков и ходовых балок опускали (рис. 17). Благодаря применению более совершенного способа работ, одновременно находились на весу все железобетонные колонны одного ряда. Причем высота «вывешивания» колонн колебалась от 2 до 4 мм, а домкраты для этого располагались вне зоны устройства ходовых конструкций. Каждое здание передвигалось со скоростью 8—10 м/ч и находилось в движении около 8 ч. Стоимость передвижки составила меньше 40% от оценочной стоимости зданий. Проектирование и производство работ осуществлялись под техническим руководством автора этих строк.

В 1967 г. в Москве был передвинут на 100 м с поворотом на 180° уникальный памятник XVII в. — подворье Пафнутьев-Боровского монастыря в Китай-городе. Проектировал передвижку этого объекта инженер П. Г. Гришин.

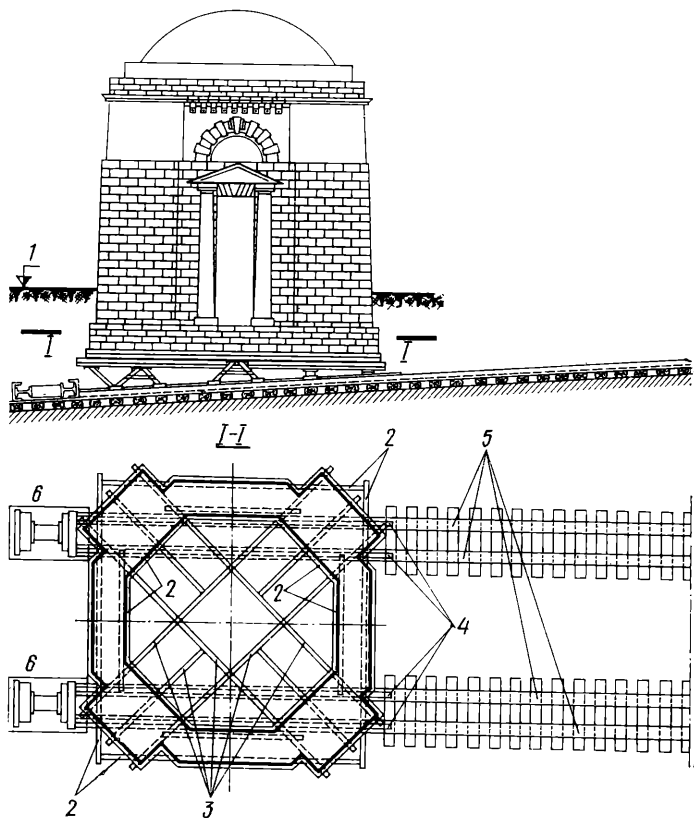
С использованием сравнительно простых сборно-разборных конструкций можно передвигать и весьма высокие здания. В 1974 г. автором этих строк разработан проект передвижки четырех каркасных железобетонных 15-этажных корпусов, расположенных на морском пляже (см. рисунок). По проекту они перемещаются в прямом направлении на 40 м за пределы пляжа. С учетом прочности гравийно-галечного основания предусмотрено всего два пути — с обеих сторон здания. В первом этаже поперек здания устанавливаются сварные двутавры высотой 2 м, обхватывающие с двух сто-



Сборно-разборная конструкция для передвижки каркасных зданий: *а* — поперечный разрез 15-этажного здания; *б* — продольный разрез нижней части здания; *в* — тележка с гидродомкратом грузоподъемностью 500 т и автоматическим устройством для поддержания всего здания в одной плоскости:

*1* — поперечные балки, пересекающие все здание; *2* — хомуты, скрепляющие поперечные балки с колоннами; *3* — тележки с домкратами; *4* — рельсовые пути

рон каждый ряд из трех колонн. Под выступающие за пределы здания консоли из сварных двутавровых балок на рельсовых путях устанавливаются домкратные тележки с 500-тонными домкратами (опыт Чехословакии, подробнее о нем расскажем дальше). Сначала здание поднимается на 10—15 см для отрыва монолитной фундаментной плиты от грунта, а потом передвигается на домкратных тележках. Все стальные конструкции сборно-разборные и используются поочередно для передвижки всех четырех зданий.



Конструкция передвижки «Октогона»:

1 — поверхность земли; 2 — раидалки; 3 — связи между ходовыми балками; 4 — ходовые балки; 5 — рельсовые пути; 6 — домкраты

В начале XIX в. известный русский архитектор В. П. Стасов построил в Подмосковной усадьбе «Студенец» восьмигранный павильон-водокачку, названный «Октогон». В 1975 г. мы передвинули Октогон, оказавшийся расположенным на Новой Мантулинской улице; он был перемещен на 22 м в глубь Краснопресненского парка культуры и отдыха. Передвижка осуществлялась трением скольжения с уклоном 7°. Исполнитель работ — трест «Мосфундаментспецстрой» (см. рисунок на стр. 33).

## **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТ ПО ПЕРЕДВИЖКЕ ЗДАНИЙ**

Экономическая целесообразность передвижки зданий в первую очередь определяется величиной затрат на передвижку в сравнении с оценочной стоимостью здания. На стоимость передвижки здания главным образом влияют: расстояние его перемещения и направление движения (продольное, поперечное, косое, с поворотом, по двум направлениям), конфигурация здания в плане и его высота, наличие подвального помещения. В меньшей степени стоимость передвижки зависит от состояния здания: при движении оно испытывает меньшую вибрацию, чем от проходящего поблизости трамвая. Передвижка каркасных зданий обходится дешевле, чем бескаркасных, так как для последних необходимо «связать» стены понизу, как у каркасных зданий. Существенно снижает затраты на передвижку зданий сокращение количества путей: минимальное расстояние между ними должно составлять 6 м. В бескаркасных зданиях пути устраивают под каждой капитальной стеной, если они отстоят одна от другой на 5—8 м; в каркасных — укладывают по одному пути под каждым рядом колонн. Чем больше расстояние передвижки здания, тем целесообразней меньшее количество путей.

Передвижка более экономична, если в здании имеется подвал: когда прямоугольное в плане здание двигают параллельно продольным стенам, рельсовые пути укладывают непосредственно под стенами, а существующие фундаменты используют как подготовку под пути. Если же подвала нет и его целесообразно устраи-

вать на новом месте после передвижки здания, сохраняют пол первого этажа и применяют подземный способ работ: для установки рандбалок в фундаменты и устройства под зданием рельсовых путей, вдоль стен устраивают штольни. Подобные штольни устраивают и для установки балок под полом, на которые и «перекрепляется» пол. Часто стоимость работ из-за ведения их подземным способом даже не увеличивается; они бывают меньше расходов, связанных с ремонтом помещений, требующим разборки пола первого этажа.

Затраты на передвижку, как и на строительство новых зданий рассчитывают на 1 м<sup>3</sup> объема строения. Приведенные ниже (таблицы 1, 2, 3) показатели относятся к оптимальным (по стоимости и по расходу дефицитного металла) конструкциям для передвижки. При этом учтена возможность применения максимальной механизации всех работ с использованием выпускаемого нашей промышленностью оборудования. Как правило, стоимость передвижки зданий намного ниже их оценочной стоимости (с учетом потерь на амортизацию). Кроме того, передвижка экономит строительные материалы, которые пошли бы на новое строительство. Мы уже говорили, что благодаря передвижке могут быть сохранены бесценные памятники истории и культуры, оказавшиеся при реконструкции городов на магистральных, в зонах затопления и т. д. (передвижка из зон затопления дополнительно требует подъема памятника).

Рассмотрим подробнее перечень основных работ, которые производятся при передвижке зданий (см. табл. 1).

1. Установка рандбалок во все стены здания. Высота балок зависит от расстояния между путями (опорами), толщины стен, высоты здания и прочности кладки. Обычно стоимость этих работ не превышает 4% стоимости здания.

2. Устройство рельсовых путей под зданием (при наличии в нем подвала). При прямой передвижке в состав работ входят следующие: поочередный подъем стен (на 1—2 мм — только чтобы разгрузить фундаменты), параллельных направлению движения; разборка под рандбалками кладки фундамента высотой в 45—50 см; укладка шпал на цементном растворе и прикрепление рельсов к шпалам; раскладка

**Затраты на отдельные виды работ при передвижке на 70 м**

№ п/п	Виды работ	Этажность					
		одноэтажные			двухэтажные		
		Направление					
		прямое	косое	споворотом	прямое	косое	споворотом
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Установка рандбалок (а при необходимости и ходовых балок) во все стены <sup>1</sup>	6	6,5/8	6,5/8,5	4,5	4,5/6	4,5/6,5
2	Устройство рельсовых путей под зданием	4	8/5	8/5,5	3,5	7,5/4,5	7,5/5
3	Земляные работы на территории движения <sup>2</sup>	8	8	8	7	7	7
4	Земляные работы (закладка фундаментов, устройство вводов и укладка рельсовых путей на фундаментах)	24	26/25	26/25	20	22/21	22/21
5	Обеспечение непрерывной работы коммуникаций	2	2	2	1,5	1,5	1,5
6	Монтаж и демонтаж рельсовых путей между старым и новым положениями здания	4	6/4,5	6/4,5	3	5/3,5	5/3,5
7	Монтаж и демонтаж тяговых устройств	2	2	2	1,5	1,5	1,5
8	Движение здания	2,5	3/6	3,5/6,5	2	2,5/5	3/5,5
9	Уборка катков, рельсовых путей; закладка разрыва между рандбалками и новым фундаментом; перекрепление здания на него	4	4	4	3	3	3
10	Восстановление подвала и благоустройство территории	5	5	5	4	4	4
11	Проектно-сметные работы	6	6	6	5,5	5,5	5,5
12	Непредвиденные работы	2,5	2,5	2,5	2,2	2,2	2,2
	<b>Итого</b>	<b>70</b>	<b>79/78</b>	<b>80/79</b>	<b>57,7</b>	<b>66,2/64,7</b>	<b>66,7/66,2</b>

<sup>1</sup> В числителе учтены рандбалки с башмаками; в знаменателе —

<sup>2</sup> Здесь и ниже в числителе — частое расположение рельсов;

## кирпичного здания (в % к его оценочной стоимости)

зданий								
трехэтажные			четырёхэтажные			пятиэтажные		
движения								
пря- мое	косое	с пово- ротом	пря- мое	косое	с пово- ротом	пря- мое	косое	с пово- ротом
9	10	11	12	13	14	15	16	17
3,5	4/5,5	4/6	3	3,5/5	3,5/5,5	2,5	3/4,5	3/5
3	7/4	7/4,5	2,5	6,5/3,5	6,5/4	2	6/3	6/3,5
6	6	6	5	5	5	4,5	4,5	4,5
17	19/18	19/18	15	17/16	17/16	13	15/14	15/14
11	1	1	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5
2,5	4,5/3	4,5/3	2	4/2,5	4/2,5	1,5	3,5/2	3,5/2
1	1	1	0,75	0,75	0,75	0,60	0,60	0,60
1,5	2/4	2,5/5	1,25	1,5/3,5	2/4	1	1/3	4,5/3,5
2,5	2,5	2,5	2	2	2	1,5	1,5	1,5
3	3	3	2	2	2	1,5	1,5	1,5
5	5	5	4,5	4,5	4,5	4	4	4
2	2	2	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
48,0	57/55	57,5/57	40,65	49,4/46,4	49,9/48,9	34,4	42,9/40,9	43,4/42,4

те — рандбалки с ходовыми балками.

в знаменателе — обычные четырехниточные рельсовые пути.

**Расход основных строительных материалов и рабочей силы  
на 100 м<sup>3</sup> четырехэтажного кирпичного здания,  
передвигаемого в прямом направлении**

Наименование	При пере- движке	При но- вом стро- итель- стве	Соотношение рас- ходов при пере- движке и новом строительстве, %
Металл, т	0,20	1,00	20
Лесоматериалы, м <sup>3</sup>	0,8	5	16
Цемент, т	0,8	3,2	25
Кирпич, тыс. шт.	1,75	7,7	22,5
Рабочая сила, человеко-дни	50	100	50

Таблица 3

**Технико-экономические показатели по некоторым  
передвигавшимся зданиям**

Год пере- движ- ки	Адрес и основные характеристики здания	Расстоя- ние и на- правле- ние пе- редви- жения	Затраты на передвиж- ку, % к оценочной стоимости здания	Примечание
1	2	3	4	5
1937	Ул. Осипенко, № 77 (пяти- и ше- стиэтажное, с под- валом, кирпичное; объем — 21 600 м <sup>3</sup> )	44 м с пово- ротом на 19°	57	Передвигалась часть здания. В затратах уч- тены расходы на возве- дение торца и отделку обоих торцов зданий
1938	Ул. Горького, № 24 (четыреэтажное с полуподвалом, кирпичное; объ- ем — 46 600 м <sup>3</sup> )	49,82 м в прямом направ- лении	39	Учтены затраты на шту- катурку и окраску под- вала, разборку дворо- вых зданий, а также удорожание работ в зимний период
	Здание Моссовета (четыреэтажное, без подвала, кир- пичное; объем — 32 550 м <sup>3</sup> )	13,65 м в пря- мом на- правле- нии	35,7	Под всем зданием пост- роен и отделан высокий подвальный этаж (за- траты до 4%)



1	2	3	4	5
1940	Глазная больница (двух- и трехэтажное с подвалом, кирпичное; объем — 23 400 м <sup>3</sup> )	93,36 м с поворотом на 97°16' и 28,36 м в косом направлении	64	Учтены затраты на постройку на новом месте (до передвижки) цокольного этажа
1941	Ул. Горького, № 27 (четырёхэтажное с подвалом, кирпичное, жилое; объем — 25 380 м <sup>3</sup> )	49,5 м в прямом направлении	45	Примерно 10% затрат пошло на благоустройство прилегающей территории и реконструкцию подвального помещения
1958	Б. Кочки, № 17 (два одинаковых пятиэтажных дома частично с железобетонным каркасом; объем каждого — 24 000 м <sup>3</sup> )	63 м в прямом направлении	55	Не менее 15% затрат пошло на капитальный ремонт каждого здания (смена столярных изделий, паркета, устройство и отделка подвального этажа под обоими зданиями)

катков; опускание здания на ходовые конструкции. При движении в косом направлении или с поворотом применяют два способа работ. Первый — при передвижке на сравнительно небольшое расстояние (до 50 м) — предусматривает: поочередный подъем всех стен; укладку шпал на цементном растворе почти по всей площади под зданием; прикрепление к шпалам рельсов в направлении движения на расстоянии 0,3—0,5 м один от другого; укладка катков, а на них башмаков с приваркой последних к рандбалкам. Второй способ применяют при большой длине передвижки: пробивка сквозных проемов под рандбалками (рис. 18) во всех стенах, пересекаемых накаточными (ходовыми) балками; укладка шпал на цементной подготовке; прикрепление к шпалам рельсовых путей в направлении движения или с изгибом, в соответствии с кривизной путей; укладка катков и на них ходовых балок, также изогнутых в соответствии с кривизной путей; заполнение просвета между рандбалками и ходовыми балками (забивка в

него стальных клиньев). Стоимость этих работ находится в пределах от 2% (первый способ) до 6% (второй способ).

3. Земляные работы на территории движения. При небольшой длине передвижки (до 50 м) выгоднее принимать линию среза здания как можно ниже. Однако чтобы определить оптимальную отметку среза, нужно сопоставить стоимости земляных работ и объема сохраняемой кладки. На эти показатели оказывает влияние толщина слоя насыпных или сильно сжимаемых грунтов, так как чем меньше осадка основания под рельсовыми путями, тем меньшую толщину будет иметь и подготовка над ними, а следовательно, и стоимость рельсовых путей.

4. Земляные работы и закладка фундаментов на новом местоположении здания и др. (прокладка к зданию и присоединение всех коммуникаций, устройство на новых фундаментах рельсовых путей). Стоимость фундаментов, как правило, не превышает 15% от стоимости фундаментов вместе с перекрытием над подвалом — нулевого цикла работ при новом строительстве. Стоимость подводки коммуникаций к зданию такая же, как и при строительстве нового здания. Стоимость рельсовых путей в основном определяется затратами на их укладку и амортизацию рельсов и шпал.

5. Обеспечение непрерывной работы коммуникаций зависит и от времени года (зима или лето) и от того, получает ли здание тепло от теплоцентрали или от котельной, расположенной в подвале того же здания. Стоимость этих работ составляет от 0,3 до 1,0% от общей стоимости передвижки.

6. Монтаж и демонтаж рельсовых путей между старым и новым положениями здания. Монтаж сводится к укладке под пути фундаментных подушек, прикреплению к ним шпал (на цементном растворе) и рельсов. Амортизация фундаментных подушек на каждую передвижку составляет 10% от их стоимости, а амортизация рельсов — 3%.

7. Монтаж (и демонтаж) тяговых устройств. Эти работы связаны с устройством полиспастов с электролебедками или с установкой домкратов. При небольшой длине передвижки или передвижке с поворотом обычно применяют домкраты; при передвиж-

ке очень тяжелого здания и на большое расстояние для преодоления инерции покоя применяют домкраты и полиспасты. Стоимость этих работ не превышает 3% от всех затрат на передвижку.

8. Движение здания. Оптимальной технической скоростью считается скорость 8 м/ч, а оптимальной коммерческой скоростью — 4 м/ч. Обслуживающий персонал, необходимый во время движения здания, имеет следующий состав: руководитель (инженер-строитель), сменный инженер, механик, геодезист; один инженер — на каждые два-четыре пути; два рабочих, которые должны находиться впереди каждого пути; два рабочих — около каждого пути через каждые 10—15 м; восемь рабочих для обслуживания. Исходя из времени, необходимого на передвижку, и оплаты труда обслуживающего персонала, устанавливают затраты на передвижку.

9. Уборка катков, рельсовых путей и др. (закладка разрыва между рандбалками и новым фундаментом, перекрепление здания на него). Эти работы состоят из поочередного подъема (на 1—2 мм) отдельных стен здания; уборки из-под рандбалок катков, рельсов и шпал; закладки образовавшегося разрыва между рандбалками и фундаментами, заполнения открытых внешних стенок рандбалок теплоизоляционным материалом. Стоимость работ не превышает 10% от всех затрат на передвижку.

10. Восстановление подвала и благоустройство территории (устройство вокруг здания отмостки и дорог; озеленение). В подвале снова монтируют все то, что было демонтировано на время подготовки и непосредственно передвижки здания: трубопроводы и кабели коммуникаций, котлы и пр. Затраты на эти работы не превышают 5% от всей стоимости передвижки.

11. Проектно-сметные работы. Обычно они состоят из предварительного заключения, в котором указывается примерная потребность в рабочей силе и строительных материалах, их стоимость, и сроки работ; геолого-разведочных работ; составления технорабочего проекта и сметы; геодезического обслуживания во время производства работ; составления при необходимости дополнительных рабочих чертежей. Стоимость проектно-сметных работ на передвижку здания составляет 4—6% от его оценочной стоимости.

12. Непредвиденные работы. К ним относятся ремонт и перекладка отдельных, обнаруженных по ходу работ, слабых участков межевых (смежных с соседними строениями) и других стен, очистка от мусора старых колодцев и засыпка их грунтом с уплотнением, осадка которого должна соответствовать осадкам под зданием смежных естественных грунтов и др. На эти работы обычно выделяют 2—2,5% от оценочной стоимости здания.

Для определения затрат на оборудование перечислим его элементы, приводя данные об одновременных вложениях и амортизационных отчислениях, необходимых для передвижки здания массой 20 тыс. т на расстоянии 70 м.

Катки. В качестве катков применяют отбракованные вагонные оси. Обтачивая на токарном станке, их приводят к одинаковому диаметру. Необходимое количество катков определяют по наиболее часто применяемым четырехниточным рельсовым путям (типа Р-43). На один каток передается нагрузка в 60 т, следовательно, всего (с учетом запасных) нужно иметь примерно 400 катков. Один каток имеет массу 150 кг, масса всех катков составит:  $0,15 \times 400 = 60$  т, а стоимость — 12 тыс. руб. Амортизацию катков на одну передвижку принимают равной 2%.

Рельсы. Обычно применяются железнодорожные рельсы Р-43 (широкой колен). При общей длине 70 м потребуется примерно 2400 пог. м, или 120 т. Общая стоимость рельсов с костылями без стыковых накладок и болтов, которые в наших условиях не применяются, — 24 тыс. руб. Амортизация рельсов на одну передвижку — 2%.

Лебедки. Для передвижки зданий рекомендуется использовать электролебедки типа ЛП-10/800 с мотором 20 кВт, грузоподъемностью 10 т, выпускаемых Ясиноватским машиностроительным заводом. Реконструируя барабан этих лебедок, можно увеличить их грузоподъемность до 15 т. При передвижке здания применяют две лебедки общей стоимостью 5 тыс. руб. Амортизацию на одну передвижку принимают равной 3%.

Тросы. Для передвижки зданий применяют круглые в сечении (а не овальные) тросы односторонней свивки из проволок разных диаметров — канаты типа

«Компаунд». Диаметр сечения такого троса — 21—22 мм. Всего для передвижки требуется 2 тыс. пог. м троса, весом 3 т, стоимостью 1,5 тыс. руб. Амортизация троса на одну передвижку составляет в среднем 10%.

Блоки. В наших полиспастах применяются блоки диаметром 500 мм. На передвижку здания массой 20 тыс. т устанавливали до 50 таких одношкивных блоков. Стоимость их составила 25 тыс. руб., а амортизация на одну передвижку — 5% от их стоимости.

Домкраты. Для передвижки зданий рекомендуется использовать только гидравлические домкраты с централизованной системой транспортировки жидкости от электронасоса высокого давления. Грузоподъемность такого домкрата находится в пределах 100 т, ход — 10 см/мин. Наиболее эффективны домкраты Таллинского механического завода, а насосы — УН—4/500 Ереванского производственного объединения «Гидропривод». Стоимость пяти необходимых для передвижки здания гидравлических домкратов (по 450 руб.) и одного электронасоса (1100 руб.) составит 3,4 тыс. руб. Амортизацию на одну передвижку принимают в 10%.

Наряду с перечисленным специальным оборудованием, которым оснащены строительные организации, монтирующие стальные конструкции, для передвижки требуются компрессор (для получения сжатого воздуха), перфораторы (для сверления отверстий в каменных стенах), отбойные молотки, карборундовые дисковые электропилы (для горизонтальных пропилов в стенах верха и низа ниш — штраб), необходимых для установки рандбалок, электросварочная и автогенная аппаратура, а также обычный, применяемый в строительстве, ручной механизированный инструмент. Стоимость всего оборудования составляет около 50 тыс. руб.

Сроки работ. На подготовительные работы по передвижке здания требуется обычно 3,0 месяца (при односменной работе); на саму передвижку, перекрепление на новые фундаменты и благоустройство территории еще 1,5 месяца, т. е. всего 4,5 месяца. Так, на передвижку д. № 24 по ул. Горького ушло 5 месяцев, здания Моссовета — 4,5 месяца, а на передвижку д. № 82 по Остаповскому шоссе — 1,5 месяца (работы велись в две смены по максимально совмещенному графику).

## СОВРЕМЕННЫЙ ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

США. В 1936 г. в Лос-Анджелесе, вместо передвижки всего 13-этажного здания товарной биржи или сноса выступающей на 1,5 м за красную линию улицы его части, в здании по всей высоте вырезали шель шириной 2,6 м во всех по отношению к главному фасаду поперечных стенах. После этого отрезанную часть здания (шириной 15,2 м и высотой 48,8 м) передвинули на 1,5 м, приблизив к остальной части здания. В то время это было одно из самых высоких передвинутых зданий в мире.

В 1940 г. в г. Ионгстауне (штат Огайо) для расширения ул. Коммерс передвинули на 8 м большое (100×20 м) четырехэтажное здание гаража, массой 9000 т. Здание имело несущий стальной каркас с 66 колоннами, расположенными в 16 рядов, и кирпичное заполнение наружных стен. К колоннам приварили вертикальные листы, а к последним перпендикулярно к направлению движения — поперечины. Рельсовые пути и ходовые балки устанавливали с обеих сторон колонн, таким образом, передвижка осуществлялась по 32 путям. Для безосадочного перекрепления колонн на ходовые конструкции колонны поднимались на 15 мм. Все работы, включая закладку новых фундаментов, заняли 120 дней. Гараж, обслуживающий 400 автомашин, непрерывно эксплуатировался: машины въезжали и выезжали из него по временным мосткам.

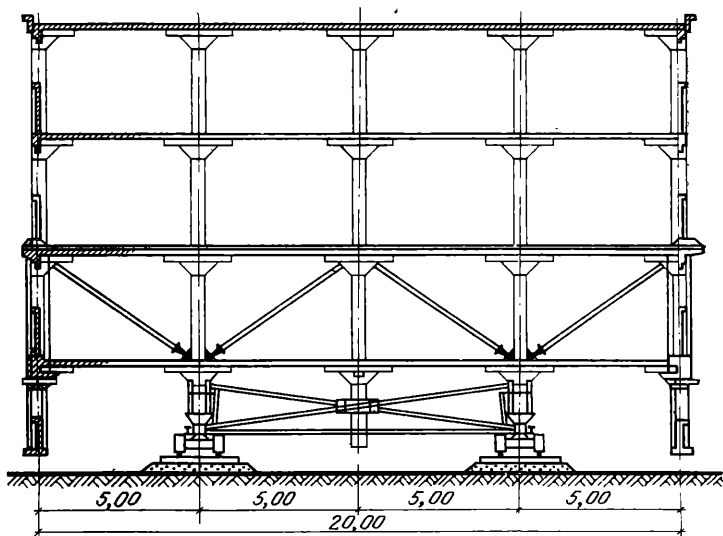
В США широко распространена передвижка стальных сооружений (резервуаров, водонапорных башен, радиобашен и др.). В 1921 г. в штате Техас на колесных тележках передвинули на 75 м стальную радиобашню высотой 60 м. На 72 м с помощью катков по двум рельсовым путям передвинули водонапорную башню со стальным каркасом (высота — 36 м, емкость бака — 340 м<sup>3</sup>). Известен случай перевозки по реке большого резервуара на расстоянии 246 км.

Франция. В 50-е годы здесь получил распространение новый способ передвижки зданий. Он относился к передвижке каменных зданий на большие расстояния — километры. По этому способу вместо стальных рандбалок в стены на всю их толщину устанавливают высокие (1 м) монолитные железобетонные пояса. При этом вместо ходовых балок и катков применяют колесные тележки с гидравлическими домкратами. Домкраты, имеющие большой ход поршня, непрерывно поддерживают во время передвижки основания всех стен здания в одной плоскости. С применением такой конструкции упростилось устройство подготовки под рельсовые пути: дорогостоящая бетонная подготовка, обеспечивающая постоянство их отметок, заменена грунтовым основанием. Применение гидравлических домкратов с большим ходом поршня позволило передвигать здания не только по неравномерно сжимаемым основаниям, но и по территории, имеющей уклоны и подъемы, выпуклые и вогнутые поверхности. Такой способ хорош при передвижке каменных зданий именно на большие расстояния, поскольку благодаря наличию домкратных тележек не нужно выравнивать под одну отметку большую территорию, по которой передвигается здание. Все поддерживающие здание домкраты присоединяются к одному насосу.

По рассмотренному способу передвинуто несколько каменных

каркасных и бескаркасных зданий на расстояние 1000 м. Так, при передвижке одного четырехпролетного железобетонного склада размерами в плане 100×20 м устроили только два рельсовых пути, что упростило и удешевило работы. Нагрузка от первого, третьего и пятого рядов колонн передавалась через подкосы на рельсовые пути второго и четвертого рядов (см. рис. на стр. 45). В другом случае передвинули здание через шоссе, расположенное на большой насыпи. Интересно, что сначала здание двигали в направлении, обратном намеченному, чтобы, увеличив расстояние между зданием и насыпью, уменьшить угол подъема при движении в сторону насыпи.

ПНР. В 60-х годах начали передвигать здания и сооружения в Польше. Среди них старый костел, историческое здание заставы, старинный дворец Любомирских, доменные печи и надшахтный копер «Макошовы». Для передвижки сооружений применялись гидравлические домкраты и специальная сигнализация, которая сообщала о смещениях катков с заданного направления. Польская конструкция передвижки состоит из полувыносных рандбалок, поперечин и путей, расположенных с обеих сторон несущих стен; в основном она подобна конструкции, используемой в США, но содержит часть элементов, впервые примененных для передвижки в СССР (рандбалки).



Расположение рельсовых путей при передвижке здания на большое расстояние

Дания. В 1963 г. в Копенгагене передвинули на 46 м трехэтажное кирпичное здание больницы с железобетонными перекрытиями по железобетонным колоннам (масса — 6000 т, площадь застройки — 800 м<sup>2</sup>). Впервые здание передвигалось гидравлическими

домкратами, присоединенными к централизованной системе питания, состоящей из двух электронасосов высокого давления.

Чехословакия. В 1975 г. в г. Мосте передвигался на 841,1 м памятника архитектуры XVI в. — готический костел (длина — 60 м, ширина — 30, высота до верха крыши — 33,9 м; масса вместе с конструкциями для подъема и передвижки — 13 тыс. т). Вдоль продольных стен в костеле имеется три ряда тонких колонн высотой 17 м, сложенных из отдельных фигурных камней (известняка). Костел передвигали торцом по четырем concentрическим путям со средним радиусом 548 м. Новое местоположение было на 10 м ниже, поэтому перемещение велось с уклоном в 1,23%. Такую передвижку по кривой, да еще с уклоном и на большое расстояние, правомерно решили осуществлять не по каткам, а на специальных тележках. Для этого под здание подвели 53 парные (восьмиколесные) тележки грузоподъемностью 500 т, в центре которых размещались гидравлические домкраты той же грузоподъемности (рис. 19). Работы велись под руководством канд. техн. наук О. Новака и инженеров П. Бареша, И. Урбана, П. Гаека, М. Ярша; автор этих строк был консультантом.

Канада. В 1975 г. здесь передвинули на 20 км элеватор «Националь» высотой более 30 м. Перемещение элеватора осуществлялось на тележках по автострате в сопровождении полицейских машин.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы встал вопрос о том, как поступить с построенными до середины 60-х годов четырех-пятиэтажными зданиями, занимающими большие территории.

На основе собственного опыта подъема на большую высоту (и без перерыва в эксплуатации) нескольких малоэтажных и одного пятиэтажного здания мы разработали предложение: поднимать такие здания на 10—12 м и подстраивать к ним снизу еще три-четыре этажа, лестнично-лифтовые узлы и мусоропроводы. При этом можно значительно улучшить и внешний облик здания. Фасад такого подстроенного здания разработал народный архитектор СССР В. Н. Симбирцев.

Вместо надстройки четырех-пятиэтажных зданий, которая требует усиления фундаментов и простенков нижних этажей, разборки кровли и других работ, вместо сноса таких зданий, что еще менее целесообразно, вполне реальной стала их подстройка. Сегодня, решая вопрос о передвижке малоэтажных зданий, необходимо определить и целесообразность их подъема.

Мы уже говорили, что и для отрыва здания от фундаментов при его посадке на катки, и для уборки из-под здания рельсовых путей и ходовых конструкций



при перекреплении на новые фундаменты, здание поднимают. И для передвижки, и для подъема требуется примерно одинаковая конструкция стальной рамы. Экономически целесообразно заведенную под здание стальную раму, необходимую для передвижки, одновременно использовать и для его подъема (с целью повышения этажности здания путем достройки снизу после передвижки существующих этажей).

Приведем интересный пример. На одном из южных заводов, в соответствии с требованиями новой, более совершенной технологии, необходимо было увеличить грузоподъемность мостовых кранов с 3 до 60 т, а следовательно, и высоту действующего цеха. Вместо сноса существующего цеха и постройки на его место нового, цех в рабочем состоянии подняли на 9,15 м. А он имел объем 1 млн. м<sup>3</sup>! Однако подъем его обошелся всего в 4,7% от стоимости постройки такого же цеха. Причем не потребовалось усилить фундаменты, так как при подъеме цеха домкратами фундамент вдавливался в грунт с усилием, равным будущей нагрузке.

При реконструкции городов и поселков, заводов и фабрик опыт передвижки зданий внедряется пока еще недостаточно. Этим делом занимаются лишь единичные организации. Проблема заслуживает больше внимания со стороны Госстроя СССР, научно-исследовательских институтов, проектных организаций. Ведь передвижка, скажем, пятиэтажного дома на 50 м обходится менее чем в половину стоимости такого же нового дома. Так в чем тут дело? А дело в том, что архитекторам и строителям гораздо проще и легче возвести здание на свободной территории: для передвижки домов нужны индивидуальные проекты, оригинальные технические решения.

Для строителей выполнение плана — это прежде всего сдача в эксплуатацию новой жилой или производственной площади. При реконструкции же площадь обновленных зданий, как ранее учтенная, в плане уже не учитывается. Этот вопрос предстоит еще решить. Кроме того, инженерно-технические кадры не располагают даже нормативной документацией, необходимой для проведения передвижки, подъема и укрепления зданий. Два года назад исполком Моссовета вынес решение о создании организации по передвижке зданий, и такая организация существует. Может быть, следует

создать на ее базе научно-проектно-производственное объединение, которое будет заниматься передвижкой зданий. Надо подумать и о подготовке специалистов по передвижке зданий. Было бы хорошо, если бы в инженерно-строительных и архитектурных институтах организовали кафедры реконструкции и реставрации сооружений.

## ЛИТЕРАТУРА

Бобров С. Как было передвинуто здание в Макеевке. — «Техника», 1934, 24 окт.

Бареш П. Техника передвижки костела в г. Мосте (Чехословакия). — «Шкода ревью», 1972, № 3.

Брунов Н. И. История русской архитектуры. М., Госстройиздат, 1956.

Гендель Э. М. Передвижка зданий. М., изд. Наркомхоза РСФСР, 1946.

Гендель Э. М. Восстановление и возведение сооружений способом подъема. М., Стройиздат, 1958.

Гендель Э. М. Передвижка, подъем и выпрямление сооружений. Ташкент, «Узбекистан», 1975.

Кобяк Е. Передвижка костела на аллее генерала Сверчевского в Варшаве. — «Инженерия будовництва», 1963, № 2.

Лукицкий Н. И. Перемещение камня под памятник Петру в Ленинграде (1769—1770). — «Строительная промышленность», 1935, № 4.

Титов О. Реконструкция доменной печи. — «Будовництво и архитектура», 1959, № 8.

Федорович И. М. Передвижка дома в Москве. — «Железнодорожное дело», 1900, № 32.

**Эммануил Менделевич Гендель**

### ПЕРЕДВИЖКА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Главный отраслевой редактор В. П. Демьянов

Редактор И. В. Фролова

Мл. редактор Т. И. Полякова

Обложка Г. А. Болашенко

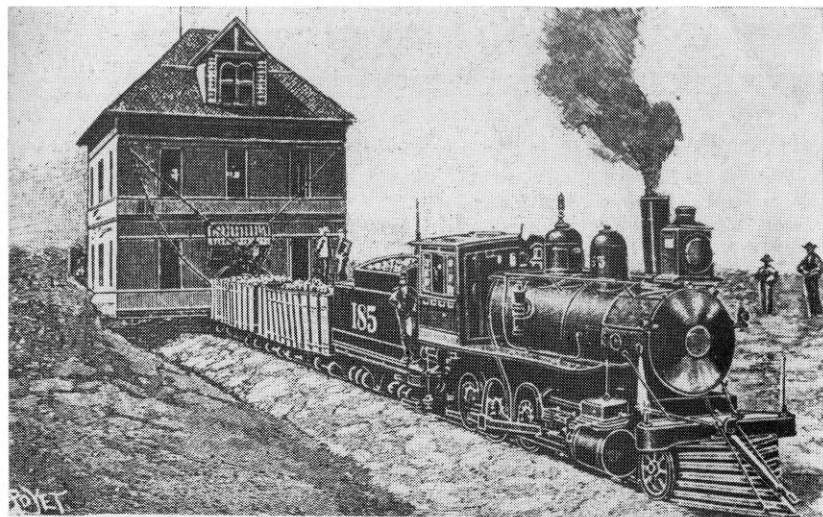
Худож. редактор Т. И. Добровольнова

Техн. редактор Л. А. Кирякова

Корректор Н. Д. Мелешкина

ИБ № 2004

Т 06406. Индекс заказа 84505. Сдано в набор 3/1-78 г. Подписано к печати 31/11-78 г. Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типографская № 2. Бум. л. 0,75+0,25 вкл. Печ. л. 1,5+0,5 вкл. Усл. печ. л. 2,52+0,84 вкл. Уч.-изд. л. 2,78+0,81 вкл. Тираж 31100 экз. Издательство «Знание». 101835, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Заказ 264. Типография Всесоюзного общества «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.  
Цена 12 коп.



12 коп.

DISPOSIZIONE E VEDUTA GENERALE DELLE MACCHINE CHE SERVIRONO PER ALZARE L'OBELISCO VATICANO

