

# Прикладная геодезия

## **НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ СООРУЖЕНИЙ**

Лекция 10

26-12-17

# План

- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОК СООРУЖЕНИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ
- ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕФОРМАЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГОЙ ОТДАЧИ ДНА КОТЛОВАНА И РАЗМЕРОВ ОСАДОЧНОЙ ВОРОНКИ
- РАЗМЕЩЕНИЕ ЗНАКОВ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОСАДКАМИ
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОК СООРУЖЕНИЙ
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОК ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИМ НИВЕЛИРОВАНИЕМ

# План

- **ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ СООРУЖЕНИЙ**
- **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИИ МЕТОДОМ СТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**
- **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЙ СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ ЛИНЕЙНО-УГЛОВЫХ ПОСТРОЕНИЙ**
- **НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КРЕНАМИ И ТРЕЩИНАМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**
- **НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОПОЛЗНЯМИ**

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕФОРМАЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ

Вертикальные деформации основания подразделяются на:

**осадки** — деформации, происходящие в результате уплотнения грунта под воздействием внешних нагрузок и в отдельных случаях собственного веса грунта, не сопровождающиеся коренным изменением его структуры;

**просадки** — деформации, происходящие в результате уплотнения и, как правило, коренного изменения структуры грунта под воздействием как внешних нагрузок и собственного веса грунта, так и дополнительно с ними действующих факторов, таких, как, например, замачивание просадочного грунта, оттаивание ледовых прослоек в замерзшем грунте и т.п.;

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕФОРМАЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ

**набухания и усадки** — деформации, связанные с изменением объема некоторых видов глинистых грунтов при изменении их влажности, температуры (морозное пучение) или воздействии химических веществ;

**оседания** — деформации земной поверхности, вызываемые разработкой полезных ископаемых, изменением гидрогеологических условий и т. п.

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕФОРМАЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ

**набухания и усадки** — деформации, связанные с изменением объема некоторых видов глинистых грунтов при изменении их влажности, температуры (морозное пучение) или воздействии химических веществ;

**оседания** — деформации земной поверхности, вызываемые разработкой полезных ископаемых, изменением гидрогеологических условий и т. п.

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕФОРМАЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ

Математическая характеристика осадок фундаментов выражается величинами вертикальных отрезков, опущенных с первоначальной плоскости, образованной подошвой фундамента, до пересечения с деформированной поверхностью основания. В тех случаях, когда эти отрезки равны, осадки называются **равномерными**, наоборот, когда отрезки не равны, — **неравномерными**.

Таким образом, равномерные осадки могут происходить лишь в тех случаях, когда давление, вызываемое весом сооружения, и сжимаемость горных пород во всех частях основания под фундаментом одинаковы, чего практически на сжимаемых грунтах обычно не бывает.

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕФОРМАЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ

Совместная деформация основания и здания (сооружения) характеризуется следующими параметрами:

- 1) полной осадкой основания отдельного фундамента или строительного блока  $S$ ;
- 2) средней осадкой основания здания или сооружения в целом  $S_{cp}$ ;
- 3) разностной (неравномерной) осадкой точек фундамента  $\Delta S$ ;
- 4) относительной неравномерностью осадок  $\Delta S / l$ , т. е. отношением разности осадок двух точек фундамента к расстоянию  $l$  между ними;



# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕФОРМАЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ

- 5) наклоном фундамента т. е. отношением разности осадок  $\Delta S$  крайних точек фундамента к его ширине или длине. Наклон фундамента приводит к крену сооружения  $Q$  — отклонению его вертикальной оси от отвесного направления;
- 6) относительным прогибом  $f/l$  отношением стрелы прогиба фундамента к длине однозначно изгибаемого участка сооружения;
- 7) углом закручивания сооружения  $\chi$ ;
- 8) горизонтальным смещением сооружения  $u$ .

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕФОРМАЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ


**Причины деформаций.** К основным **природным** факторам относят:

- 1) способность горных пород к просадкам, оползням, суффозионным и другим инженерно-геологическим и гидрогеологическим явлениям;
- 2) пучение при замерзании водонасыщенных и оттаивании мерзлых льдонасыщенных пород;
- 3) изменение гидротермических условий, связанных с сезонными и многолетними колебаниями температуры, влажности пород и уровня грунтовых вод.

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕФОРМАЦИЯХ СООРУЖЕНИЙ

**Причины деформаций.** К основным **техногенным** факторам относят:

- 1) влияние нагрузки от сооружений;
- 2) изменение несущих свойств горных пород в связи с искусственным понижением или повышением уровня грунтовых вод при проведении строительных или эксплуатационных работ; с искусственным увлажнением лёссовидных или оттаиванием мерзлых пород и т. д.;
- 3) ослабление основания подземными разработками, приводящее к смещению всей толщи напластований над выработками или к выносу частиц пород в выработанное пространство;
- 4) изменение давления на основание, вызванное надстройкой здания или возведением рядом новых сооружений;
- 5) вибрацию фундаментов в связи с работой различных агрегатов, механизмов, движением транспорта и другими динамическими воздействиями.



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГОЙ ОТДАЧИ ДНА КОТЛОВАНА И РАЗМЕРОВ ОСАДОЧНОЙ ВОРОНКИ

Следствием набухания являются **подъемы дна котлованов**, которые в большинстве случаев измеряются несколькими сантиметрами, но в отдельных случаях могут достигать 20—30 см и более. При строительстве крупных ГЭС в СССР подъем дна котлованов достигал 47 см, причем глубина зоны разбухания превышала 30 м.


# ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГОЙ ОТДАЧИ ДНА КОТЛОВАНА И РАЗМЕРОВ ОСАДОЧНОЙ ВОРОНКИ

Для измерения подъема дна строительных котлованов до их вскрытия в заранее намеченных местах бурят скважины, в которые закладывают марки специальной конструкции. Глубину скважин определяют по формуле

$$H_{\text{скв}} = H_1 - (H_2 - 0,8),$$

Если окажется, что скважина была пробурена наклонно и координаты глубинной марки несколько отличаются от координат верхней точки, то в высоту марки, определенную при помощи рулетки, вводят со знаком плюс поправку за отклонение от вертикали по формуле

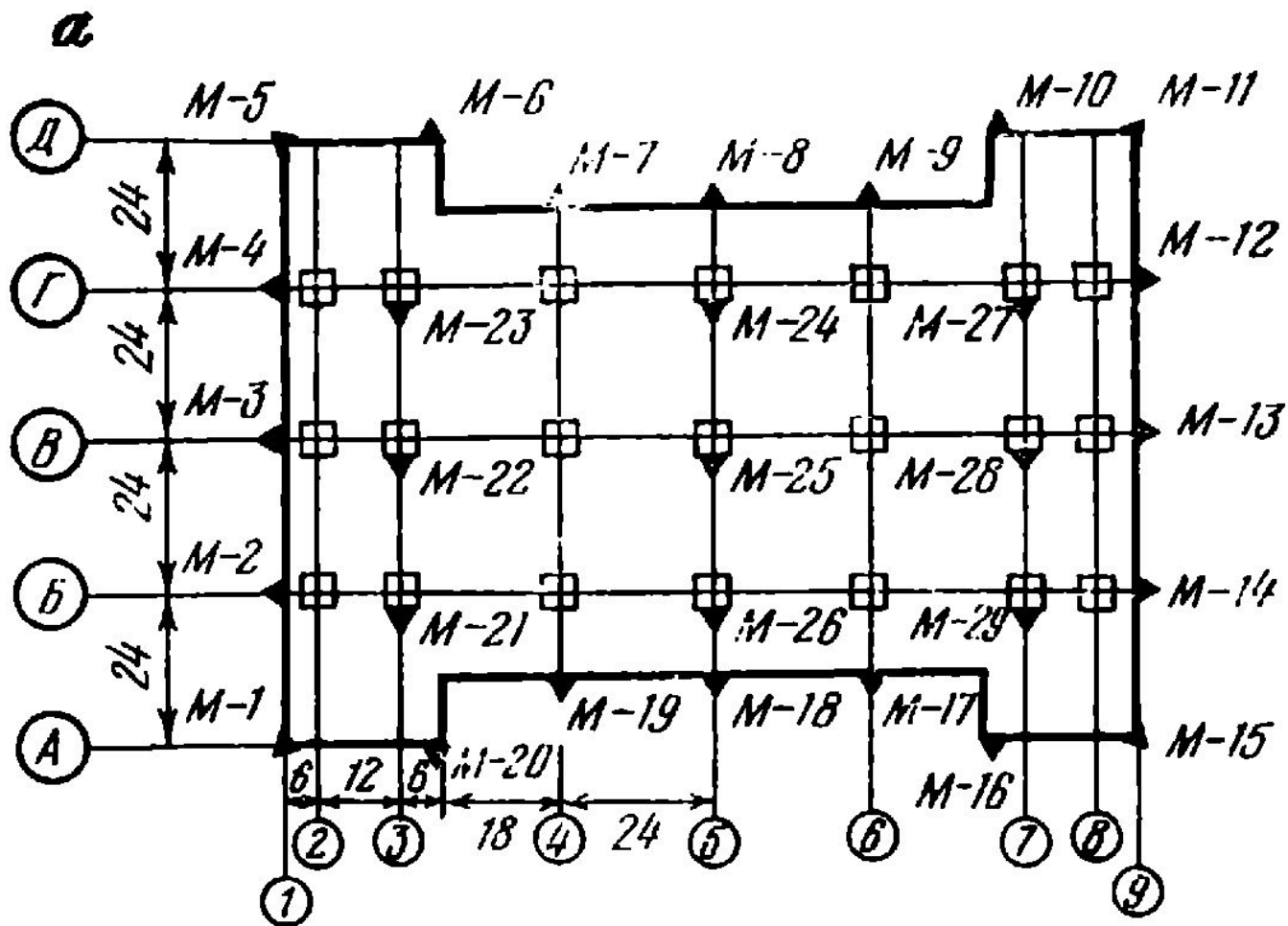
$$\Delta_h = \frac{\Delta x^2 + \Delta y^2}{2h},$$



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГОЙ ОТДАЧИ ДНА КОТЛОВАНА И РАЗМЕРОВ ОСАДОЧНОЙ ВОРОНКИ

*Измерение размеров осадочной воронки. При возведении сооружения горные породы испытывают деформации не только непосредственно под ним, но и вокруг него. Это вызывает **оседание** поверхности земли со всеми выстроенными на ней сооружениями. Отсюда возникает задача по выявлению размеров осадочной воронки, которая образуется вокруг возводимого сооружения. Изучение границ распространения осадочной воронки позволяет вовремя предусмотреть инженерные мероприятия по охране окружающих зданий от появления неравномерных осадок.*

# РАЗМЕЩЕНИЕ ЗНАКОВ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОСАДКАМИ



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОК СООРУЖЕНИЙ

$$f_{h_{\text{I(мм)}}} = 0,3 \sqrt{n},$$

$$f_{h_{\text{II(мм)}}} = 1,0 \sqrt{n},$$

$$f_{h_{\text{III(мм)}}} = 2,0 \sqrt{n},$$

После уравнивания и оценки точности повторного цикла измерений вычисляют отметки  $H$  осадочных марок и составляют ведомости хода осадок. При этом определяют:

величину осадки  $S$  между двумя последними циклами  $j-1$  и  $j$

$$S_{(j-1)j} = H_j - H_{j-1}; \quad (\text{IX.18})$$

суммарную осадку с начала наблюдений

$$S_j = H_j - H_0; \quad (\text{IX.19})$$

$$v_N = \frac{S_N}{t},$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{\sum_1^r v}{r}$$



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДКОВ СООРУЖЕНИЙ

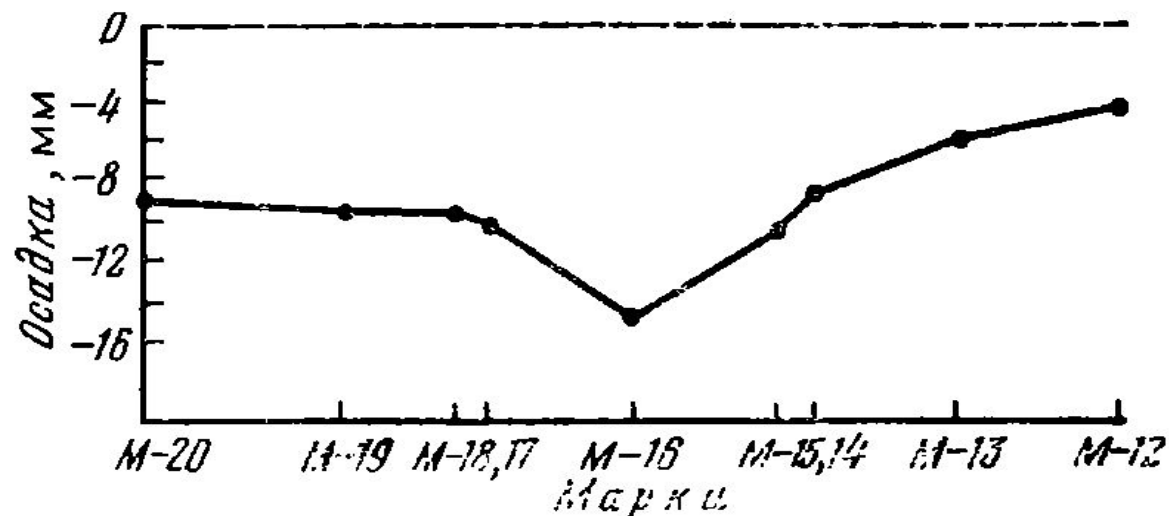
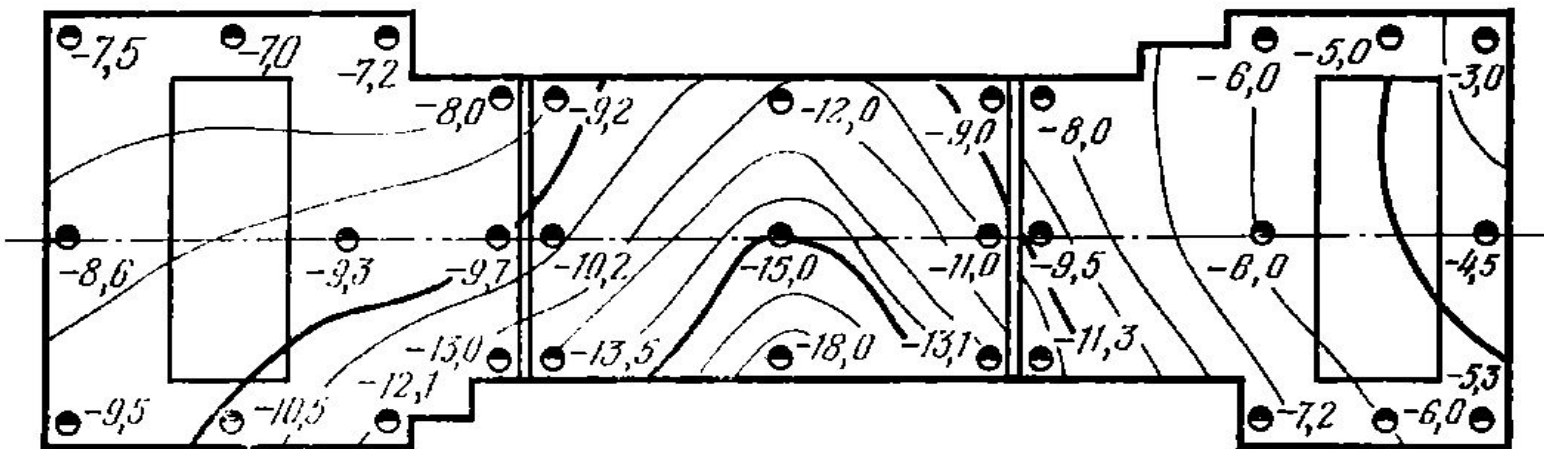
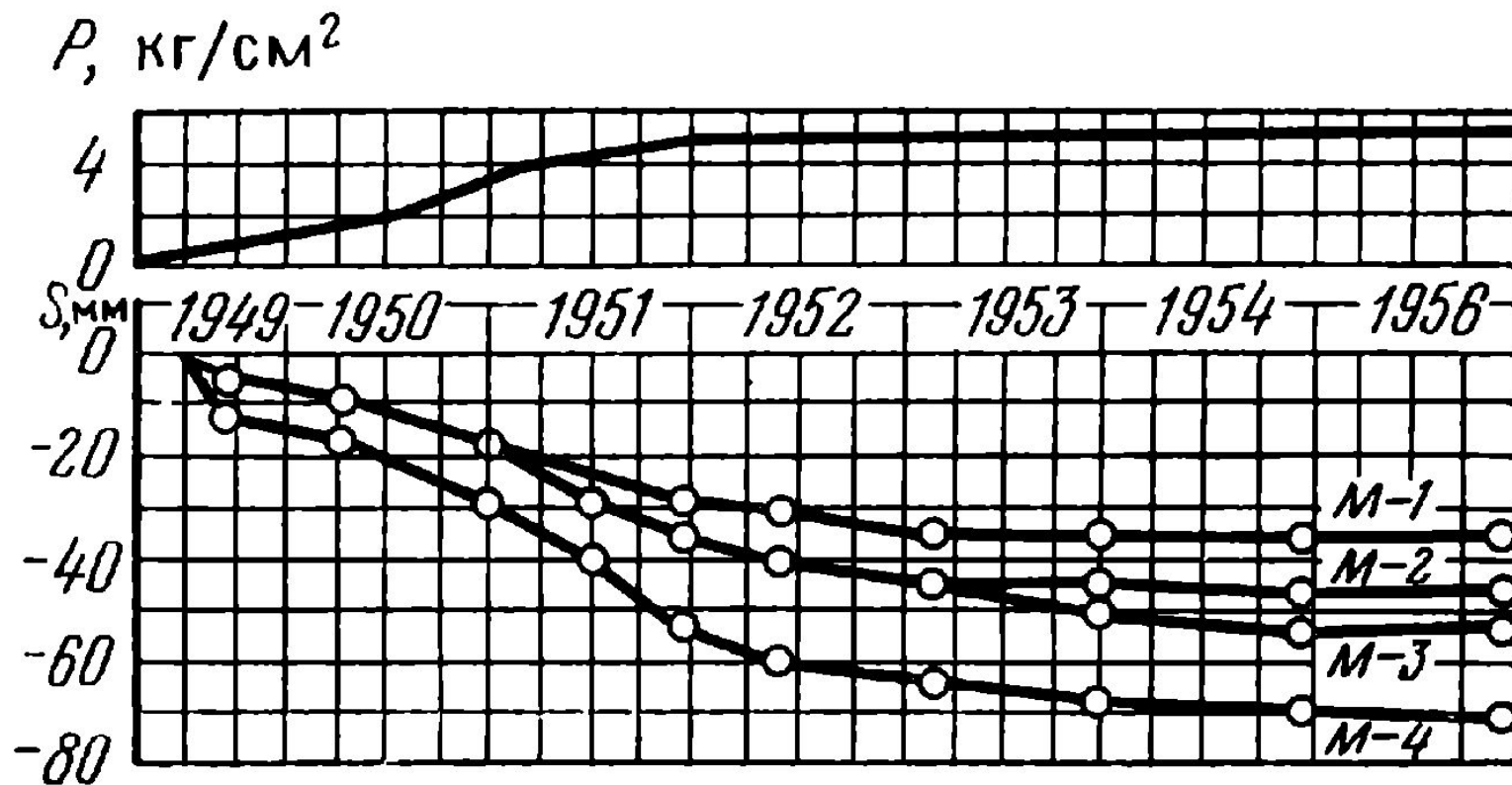


РИС. 162



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОК СООРУЖЕНИЙ



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОК ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИМ НИВЕЛИРОВАНИЕМ

Тригонометрическое нивелирование выполняется короткими лучами (до 100 м) с применением реек, на которых закреплены визирные цели. Значение превышений между горизонтальной осью вращения трубы теодолита и осью визирного штриха на рейке вычисляют по формуле

$$h = l \operatorname{ctg} z, \quad (\text{IV.74})$$

где  $l$  — горизонтальное проложение от прибора до визирной цели. Его непосредственно измеряют или вычисляют по формуле

$$l = b \frac{\sin z_1 \sin z_2}{\sin (z_1 - z_2)}, \quad (\text{IX.75})$$

где  $b$  — расстояние между визирными штрихами на рейке;  $z_1$  и  $z_2$  — зенитные расстояния визирных штрихов на рейке, измеренные высокоточным теодолитом.

# ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ СООРУЖЕНИЙ

Согласно требованиям СНиП измерение горизонтальных смещений частей зданий и сооружений допускается выполнять с ошибками, не превышающими:

1 мм—для зданий и сооружений, возводимых на скальных и полускальных грунтах;

3 мм — для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах;

5 мм — для каменно-набросных высоконапорных плотин,

10 мм — для зданий и сооружений, возводимых на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах;

15 мм — для земляных сооружений.

# ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ СООРУЖЕНИЙ

Согласно требованиям СНиП измерение горизонтальных смещений частей зданий и сооружений допускается выполнять с ошибками, не превышающими:

1 мм — для зданий и сооружений, возводимых на скальных и полускальных грунтах;

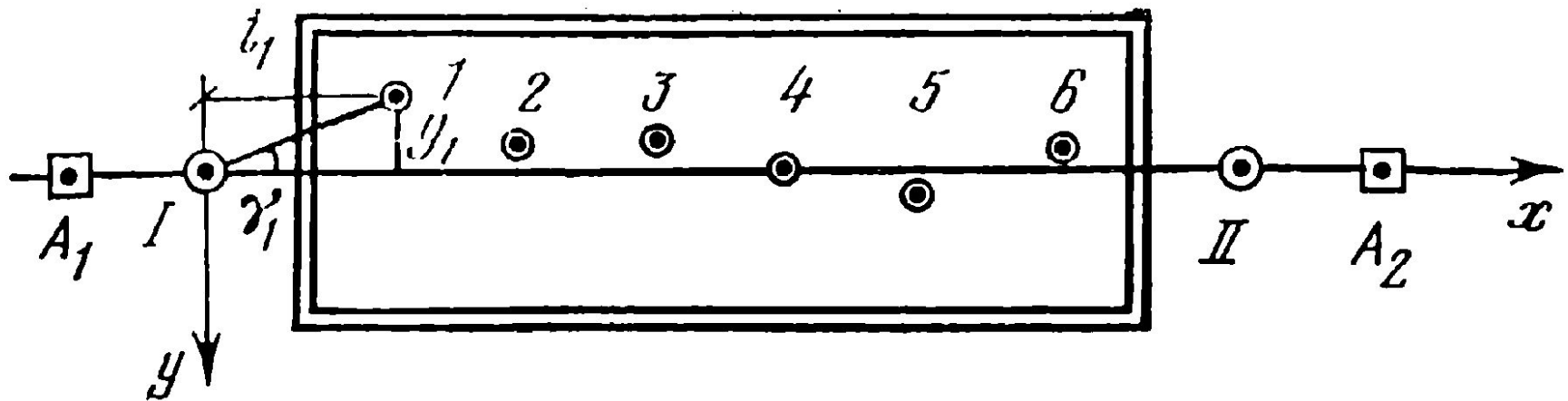
3 мм — для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах;

5 мм — для каменно-набросных высоконапорных плотин,

10 мм — для зданий и сооружений, возводимых на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах;

15 мм — для земляных сооружений.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИИ МЕТОДОМ СТВОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ



$$y_j = l_j \frac{\gamma_j''}{\rho''} \cdot m_{y_j} = l_j \frac{m_{\gamma_j''}}{\rho''}$$

где  $m_{\gamma}$  — ошибка измерения угла. Например, при  $l=200$  м;  
 $m_{\gamma} = 0,7''$  получим  $m_y = 0,7$  мм.

