

Механизация строительных работ и технологии
позволяющие сократить сроки сооружения
энергоблока АЭС, на примере проектов
НВАЭС-2 и Курской АЭС-2

Анализ технологии возведения Запорожской АЭС

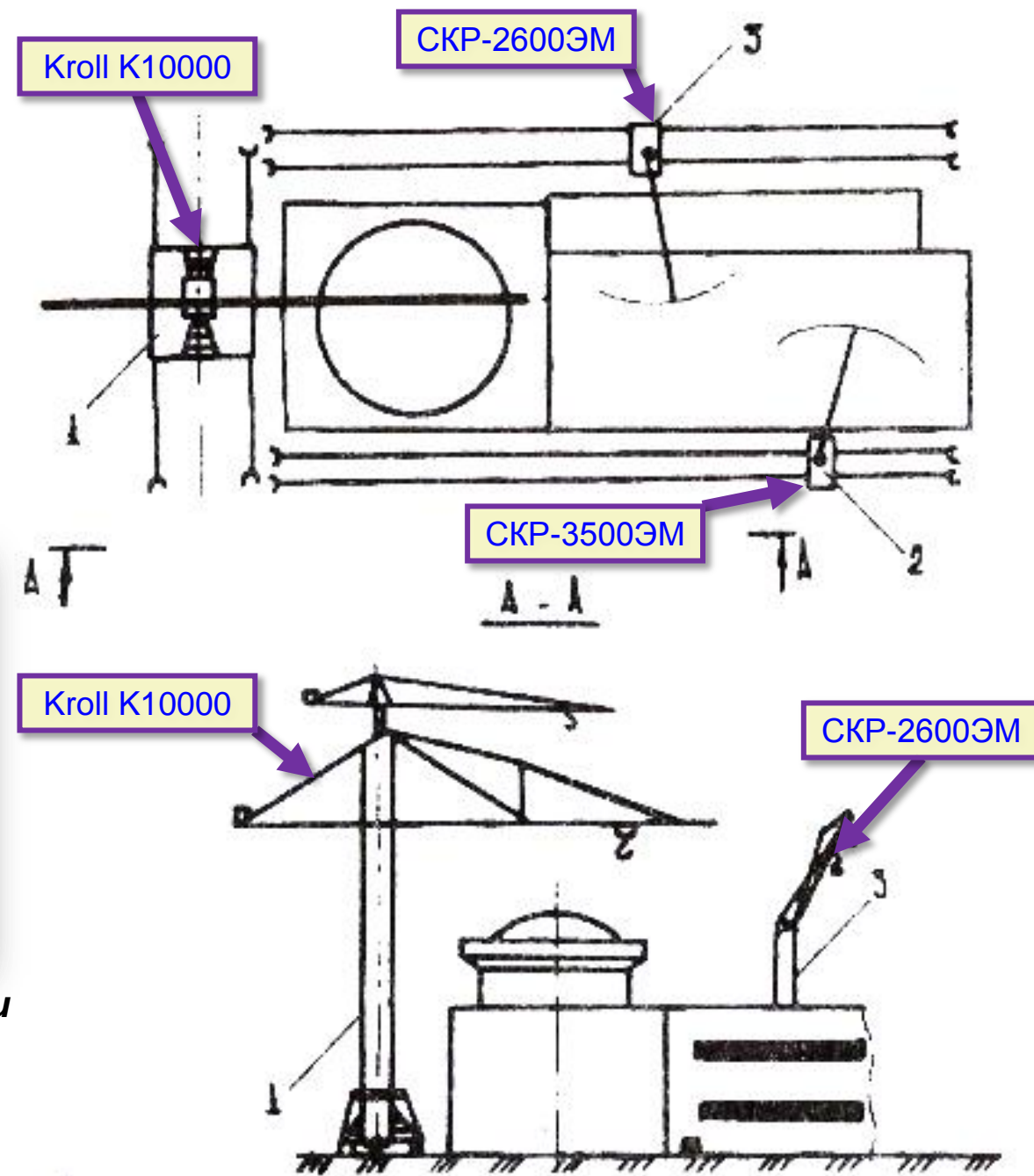
- Монтаж конструкций фундаментной части реакторного отделения кранами СКР-2600ЭМ и СКР-3500ЭМ;
- Монтаж конструкций гермозоны блоками массой до 200 т, а купол - одним блоком массой 210 т



1-я очередь: 1982 г, сборка купола реактора на земле и установка его краном за один подъем

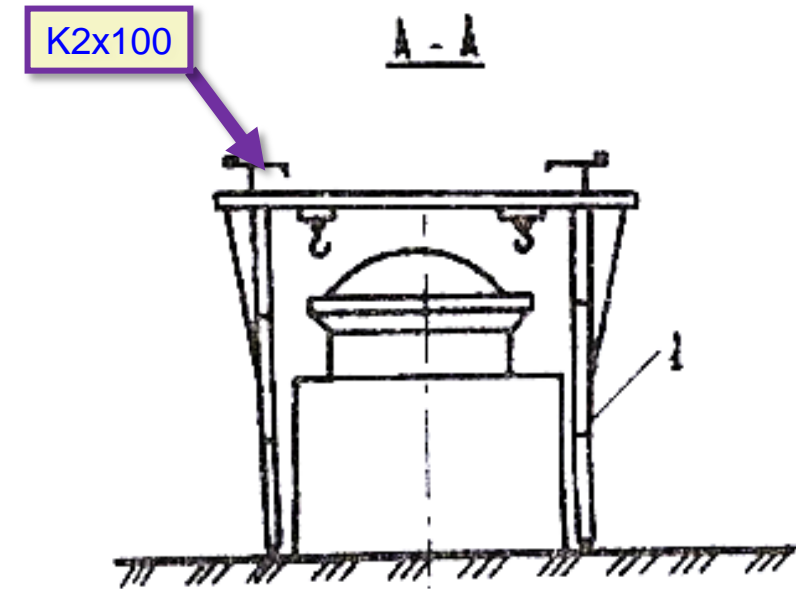
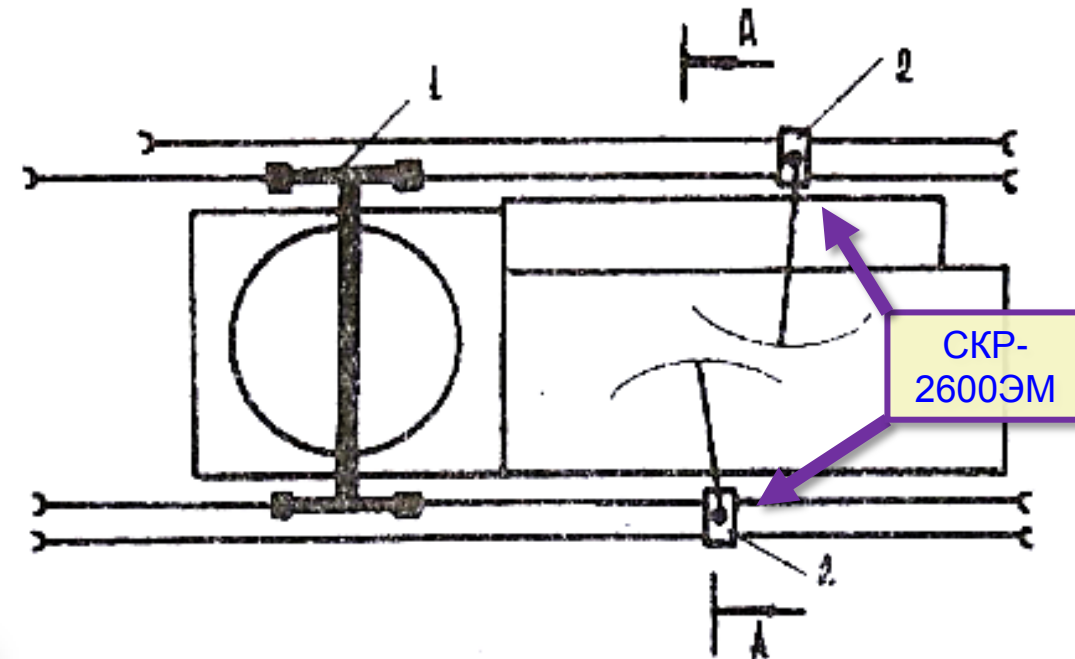


Подъем металлоконструкции гермозоны кранами СКР-3500 и Датским башенным краном KROLL K10000



Анализ технологии возведения Балаковской АЭС

- Монтаж конструкций надземной части реакторного отделения и оборудования кранами СКР-2600ЭМ и СКР-3500ЭМ;
- Крупноблочный монтаж конструкций гермозоны опытным образцом крана К2х100 (190 т).



**Установка купола со
спринклерной системой.
Масса 270 т**



**Подъём армокаркаса стен
внутригерметичной части
помещений. Масса 206 т**

Примеры зарубежного опыта строительства АЭС



**Монтаж крупных блоков
Строительство АЭС Тайшань на юге Китая
гусеничным краном Demag PC 9600
Установка купола здания реактора краном SGC120
на АЭС Фламанвиль во Франции
Установка купола контейнмента
гусеничным краном DEMAG на строящемся
блоке № 1 АЭС "Хайян" (Haiyang) в Китае**

НВАЭС-2

Общая концепция компоновки генерального плана



Занимаемая площадь – 76,4 га

Схема механизации НВАЭС-2

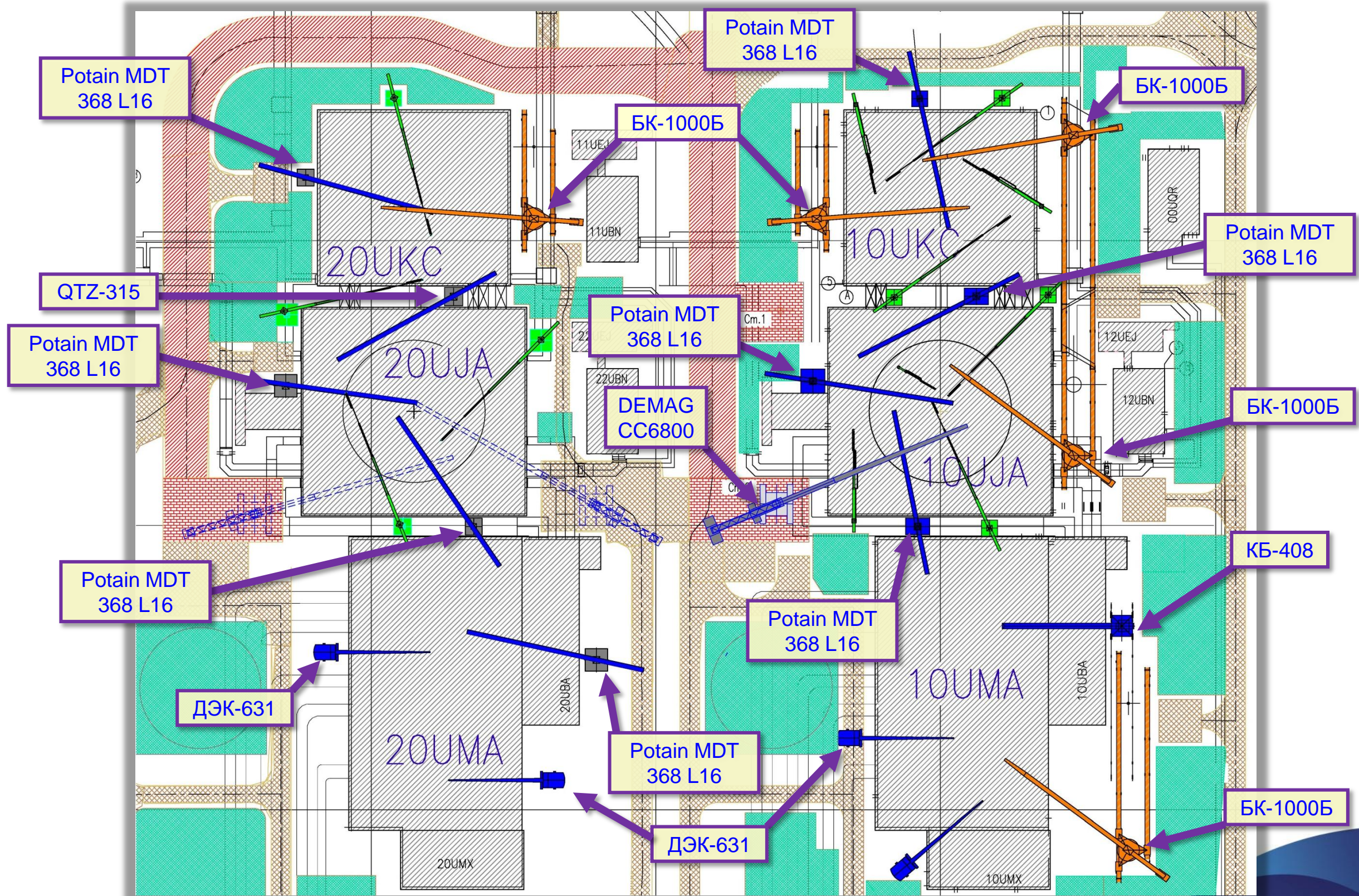
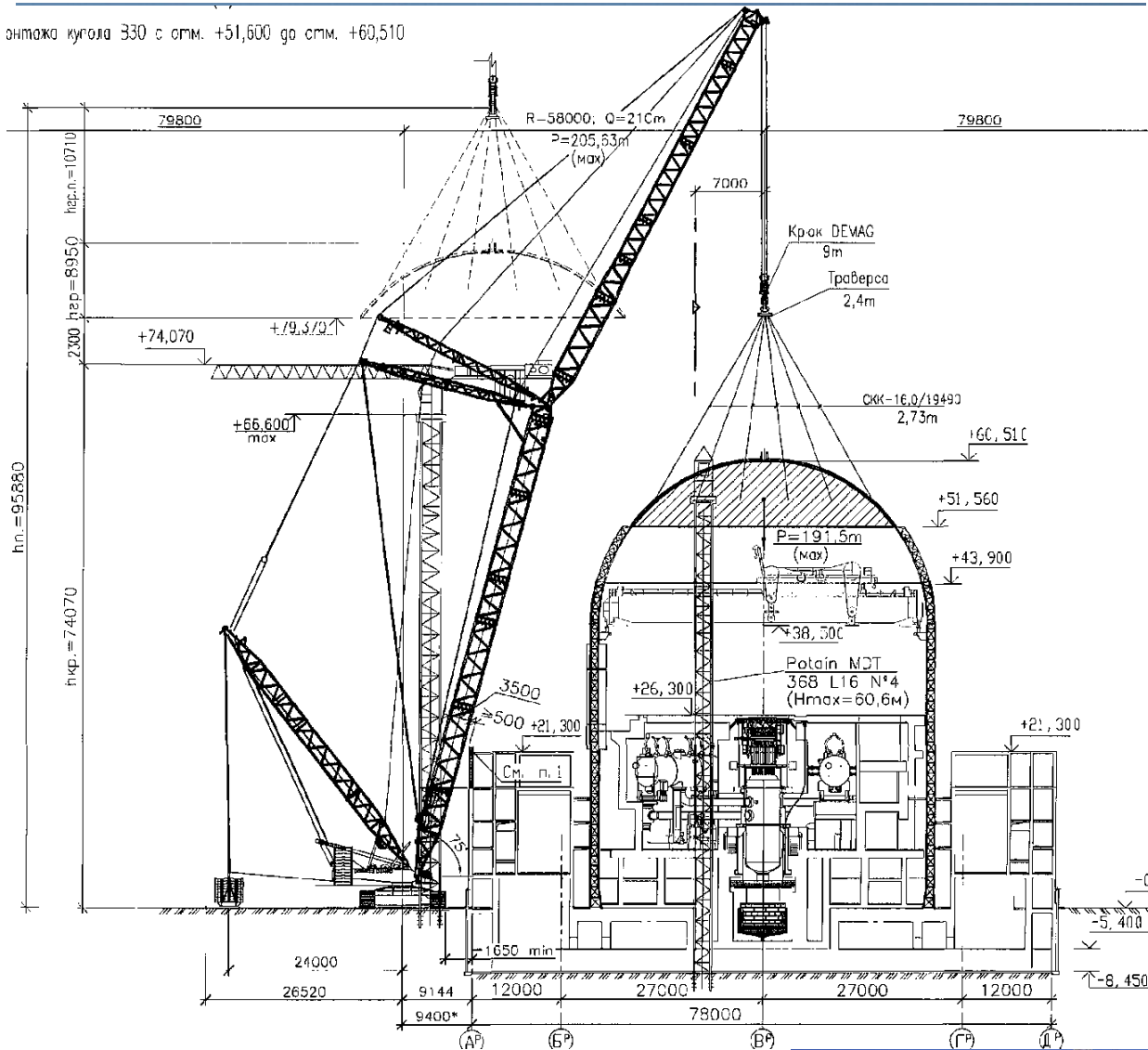


Схема монтажа элементов ВЗО гусеничным краном DEMAG CC6800 на НВАЭС-2

монтаж купола ВЗО с стм. +51,600 до стм. +60,510



Монтаж купола ВЗО массой 192 т

Блоки купола ВЗО массой:

- нижний ярус: 186 т;
- верхний ярус: 192 т.



Курская АЭС-2

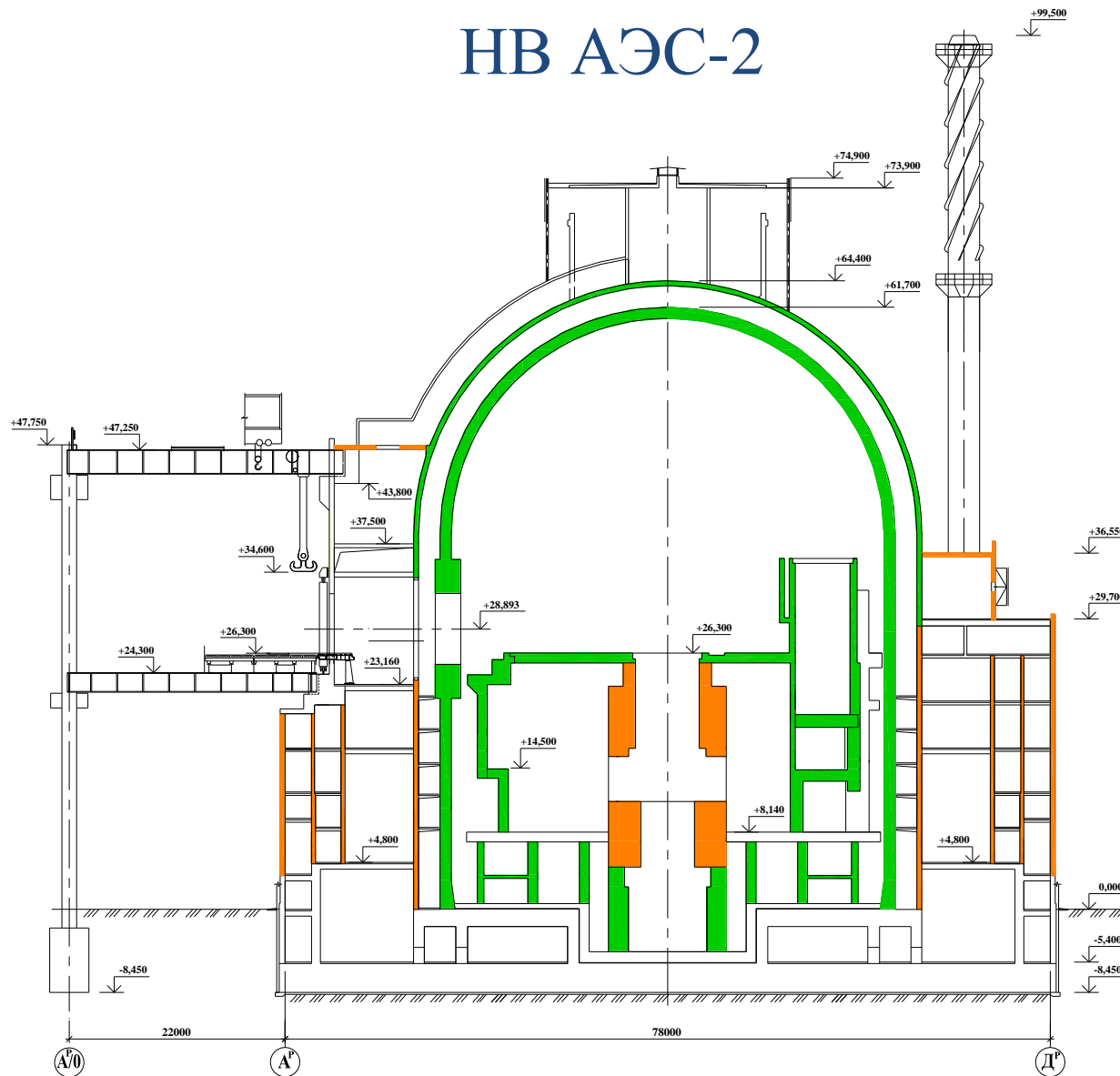
Общая концепция компоновки генерального плана



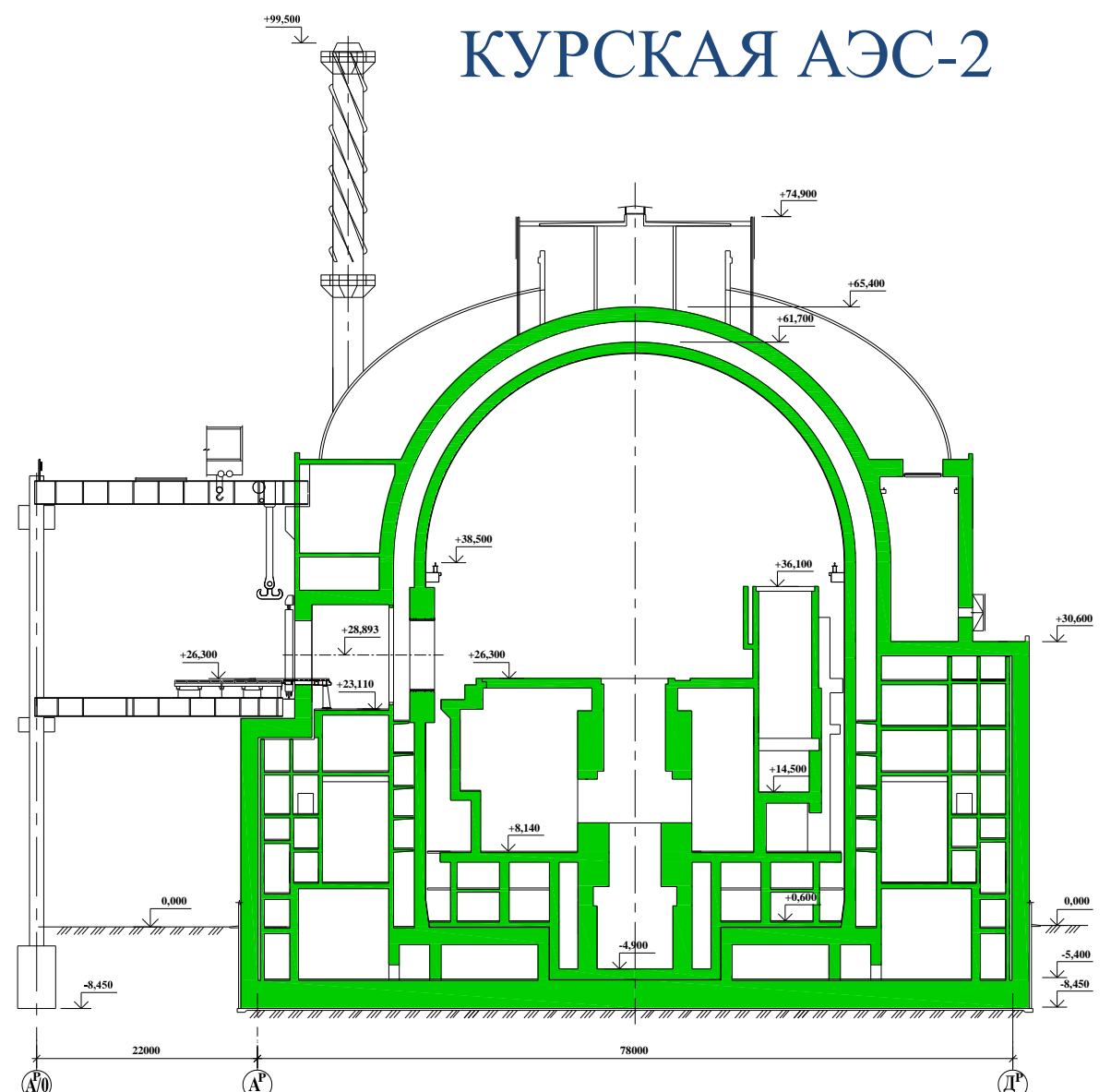
Занимаемая площадь – 80,73 га

Сравнение строительных конструкций здания реактора

НВ АЭС-2



КУРСКАЯ АЭС-2



Директивный срок строительства –
91 месяц для первых двух блоков.

 - армирование отдельными стержнями

 - армирование пространственными каркасами

 - армирование пространственными армоопалубочными блоками с несъемной опалубкой

Директивные сроки строительства:
48 месяцев – головной блок,
40 месяцев – последующие блоки.

Сравнение строительных конструкций здания реактора

| Конструкции | НВАЭС-2 | Курская АЭС-2 |
|------------------------------------|--|---|
| Фундаментная плита | Отдельные арматурные стержни, россыпью; Бетон (В25) | Армоопалубочные блоки с несъемной опалубкой из фибробетонных плит, пространственные армокаркасы на муфтовых соединениях; применение самоуплотняющихся бетонов (СУБ) |
| Стены и перекрытия до отм. 0,000 | Отдельные арматурные стержни, россыпью; Бетон (В50) | Армоопалубочные блоки с несъемной опалубкой из фибробетонных плит, пространственные армокаркасы на муфтовых соединениях (блоки массой до 40 т), применение самоуплотняющихся бетонов (СУБ) |
| Плита на отм. 0,000 | Отдельные арматурные стержни, россыпью; Бетон (В50) | Армоопалубочные блоки с несъемной опалубкой из фибробетонных плит, пространственные армокаркасы на муфтовых соединениях (блоки массой до 95 т), применение самоуплотняющихся бетонов (СУБ) |
| Гермозона | Отдельные арматурные стержни, россыпью; армокаркасы массой от 10 т до 80 т; Бетон (В25, В50) | Армоопалубочные блоки с несъемной опалубкой из фибробетонных плит, пространственные армокаркасы на муфтовых соединениях (блоки массой от 35 до 190 т), применение самоуплотняющихся бетонов (СУБ) |
| Обстройка | Отдельные арматурные стержни, россыпью | Армоопалубочные блоки с несъемной опалубкой из фибробетонных плит, пространственные армокаркасы на муфтовых соединениях; применение самоуплотняющихся бетонов (СУБ) |
| Внутренняя защитная оболочка (ВЗО) | <u>Цилиндрическая часть:</u> 60 армоблоков массой от 35 до 68 т (блоки неполной готовности) <u>Купол:</u> 2 армоблока массой до 200 т | <u>Цилиндрическая часть:</u> 22 армоблока массой от 55 до 420 т (блоки полной готовности) <u>Купол:</u> 2 армоблока массой до 500 т |

Схема механизации Курской АЭС-2

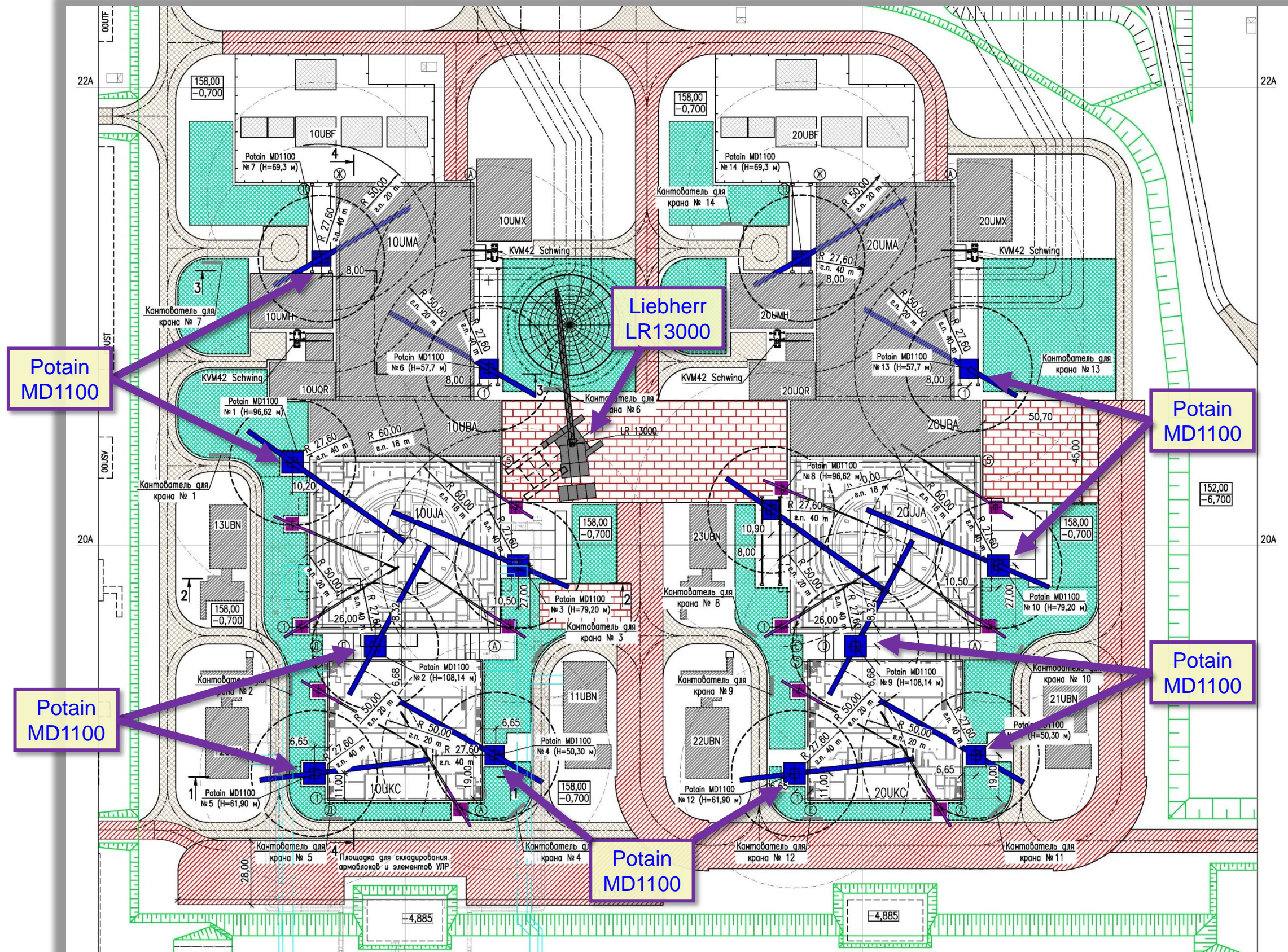
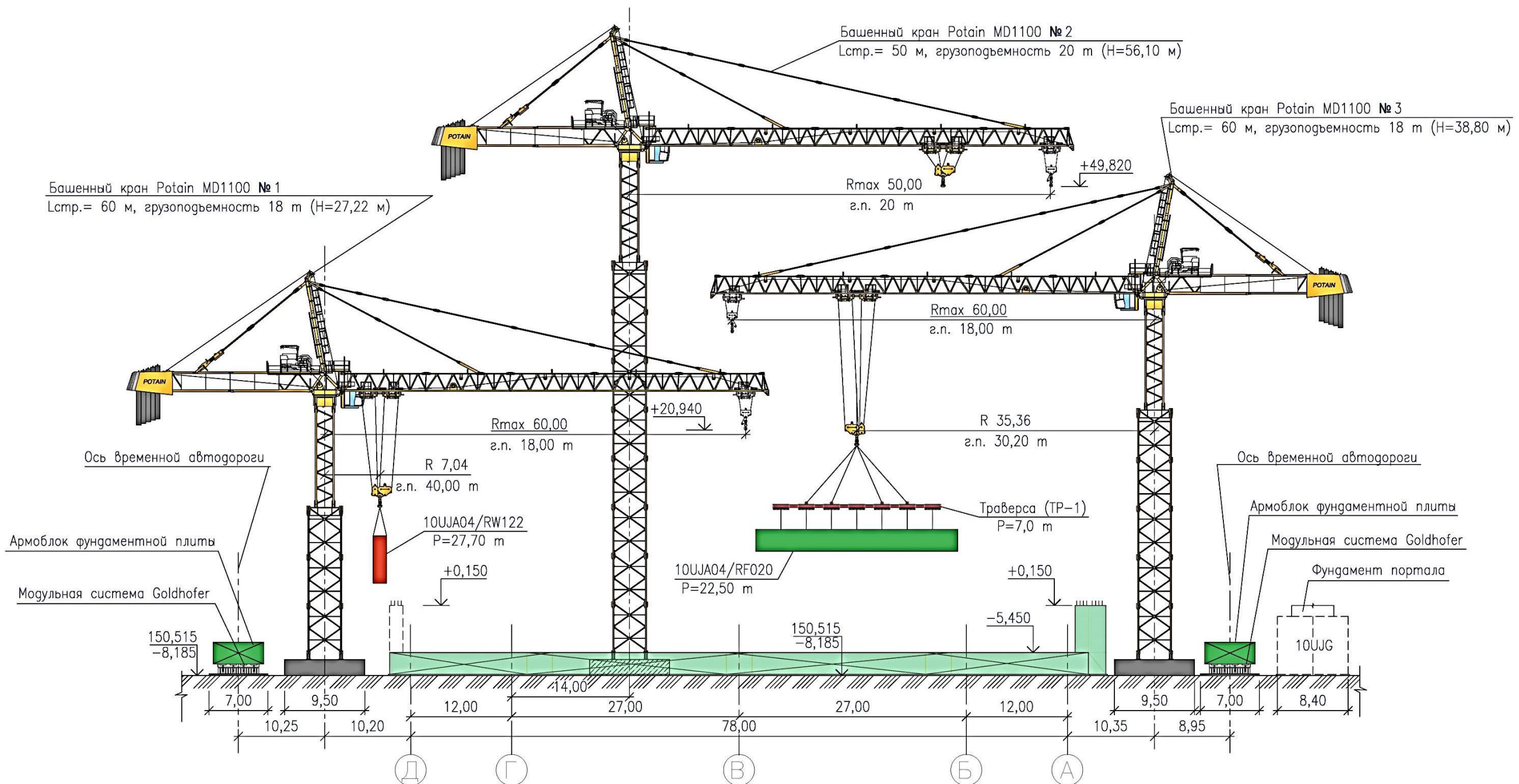
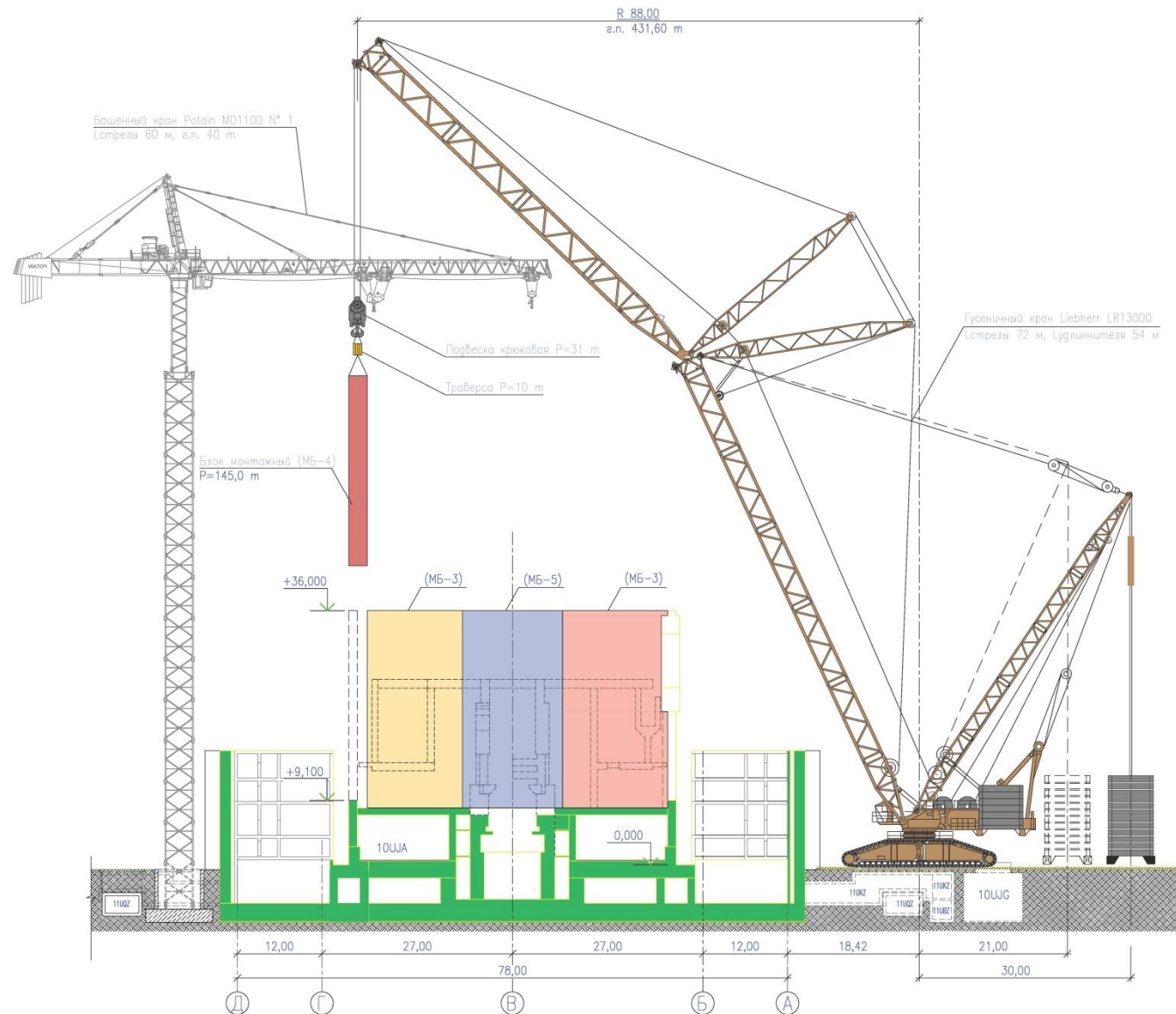


Схема монтажа блоков фундаментной плиты здания реактора



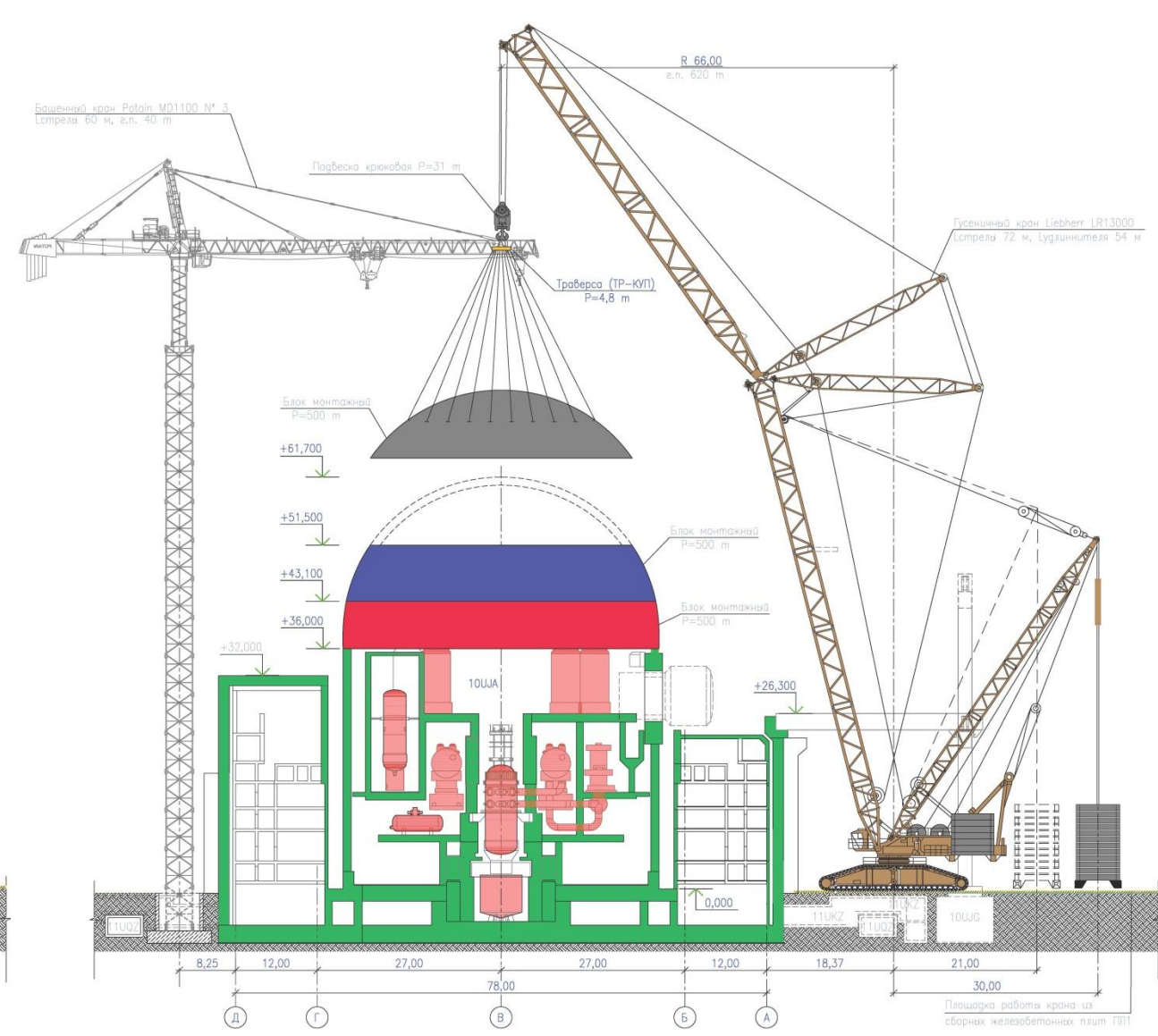
Монтаж блоков фундаментной плиты башенными кранами Potain MD1100 максимальной грузоподъемности 40 т

Схема монтажа элементов ВЗО гусеничным краном Liebherr LR13000 на Курской АЭС-2



Блоки цилиндрической части ВЗО:

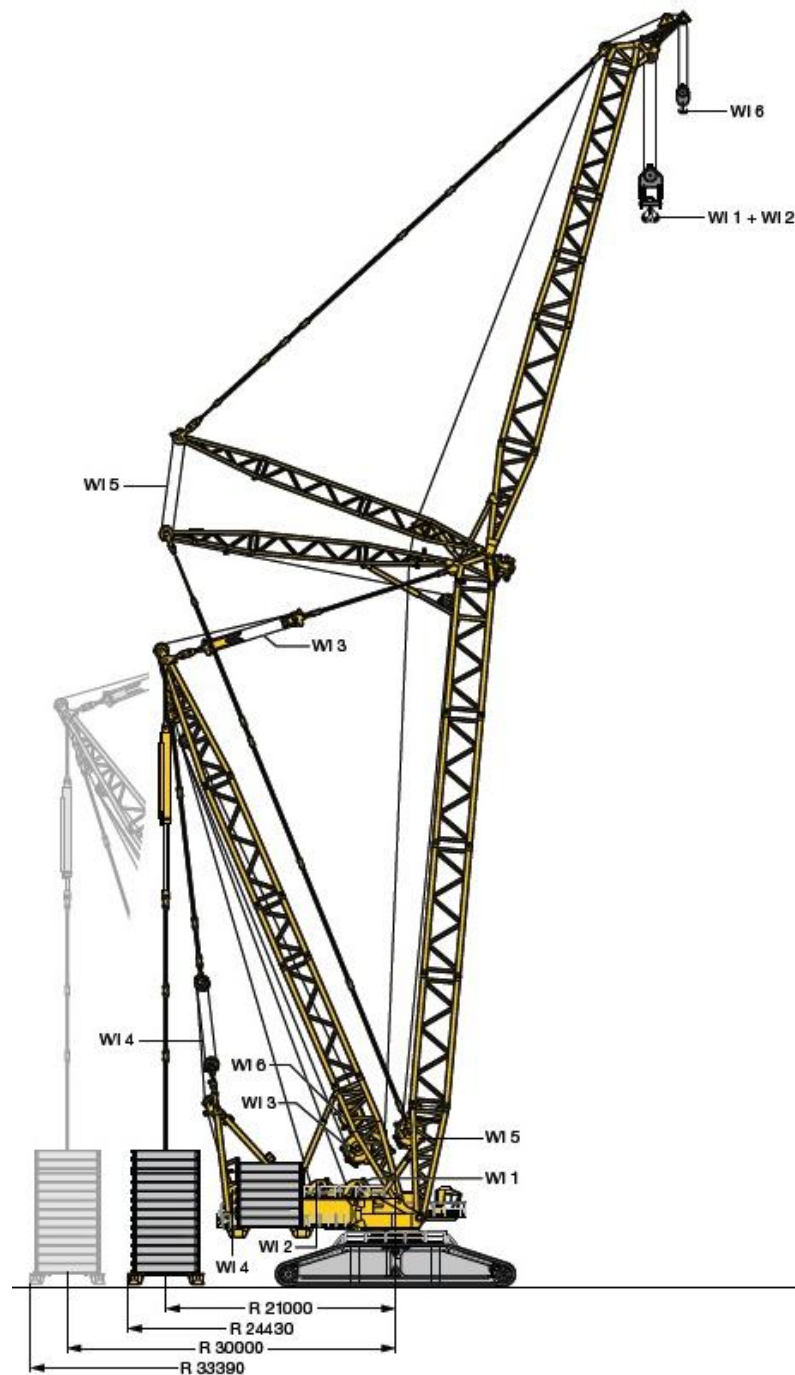
- 16 армоблоков массой до 155 т;
- 1 кольцевой блок массой 570 т.



Блоки купола ВЗО массой:

- нижний ярус: 500 т;
- верхний ярус: 500 т.

Вариант монтажа конструкций гусеничным краном Liebherr LR13000

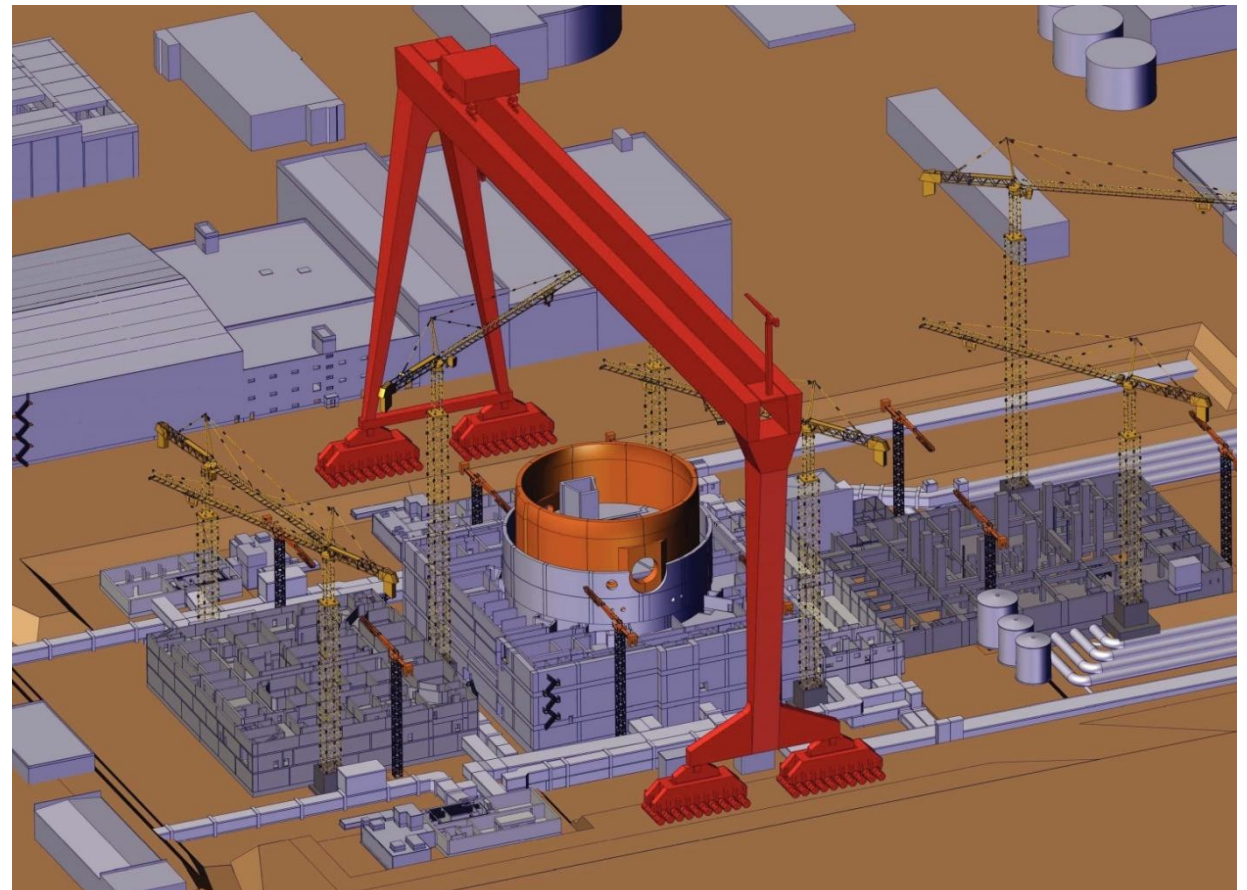
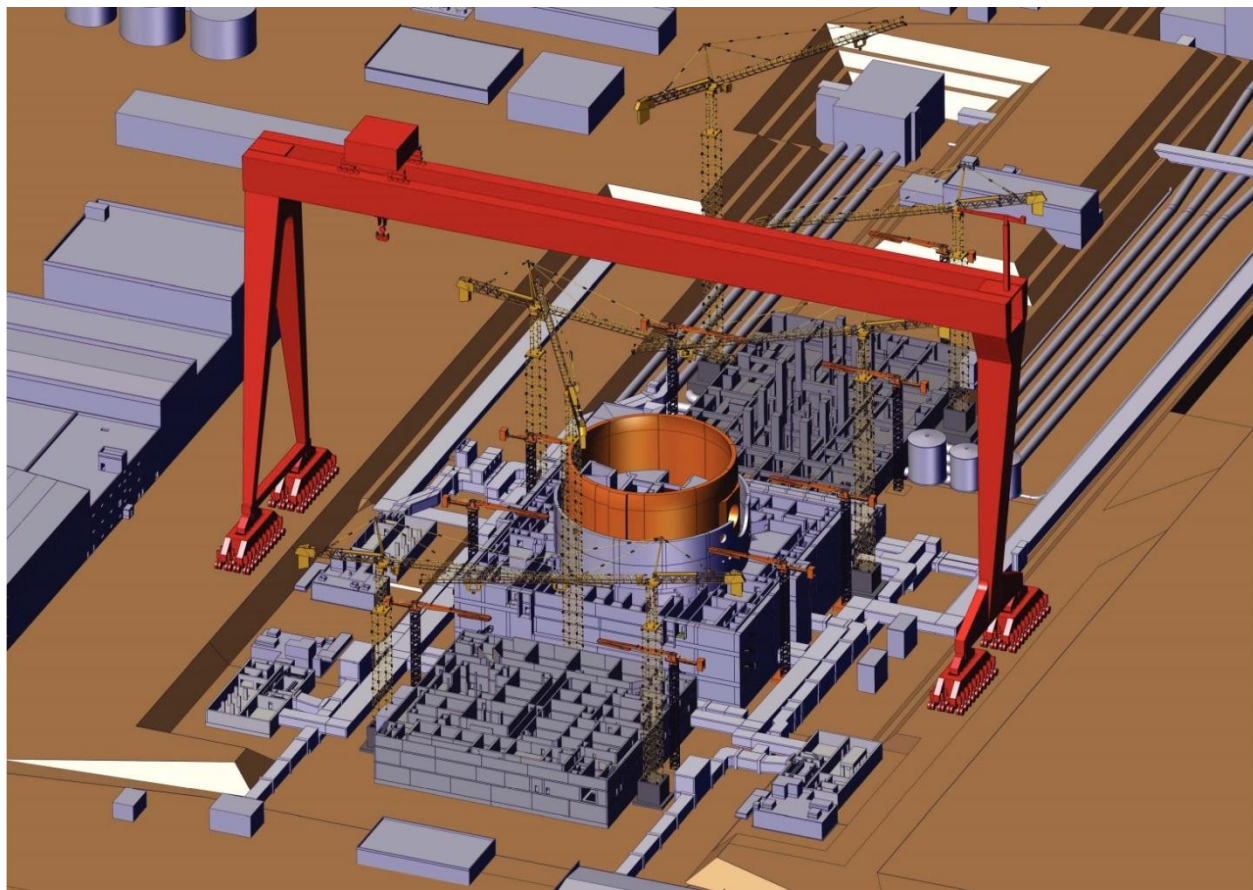


Используемая модификация крана Liebherr LR13000 (SDWB):

Длина основной стрелы – 72 м;

Длина вспомогательной стрелы – 54 м.

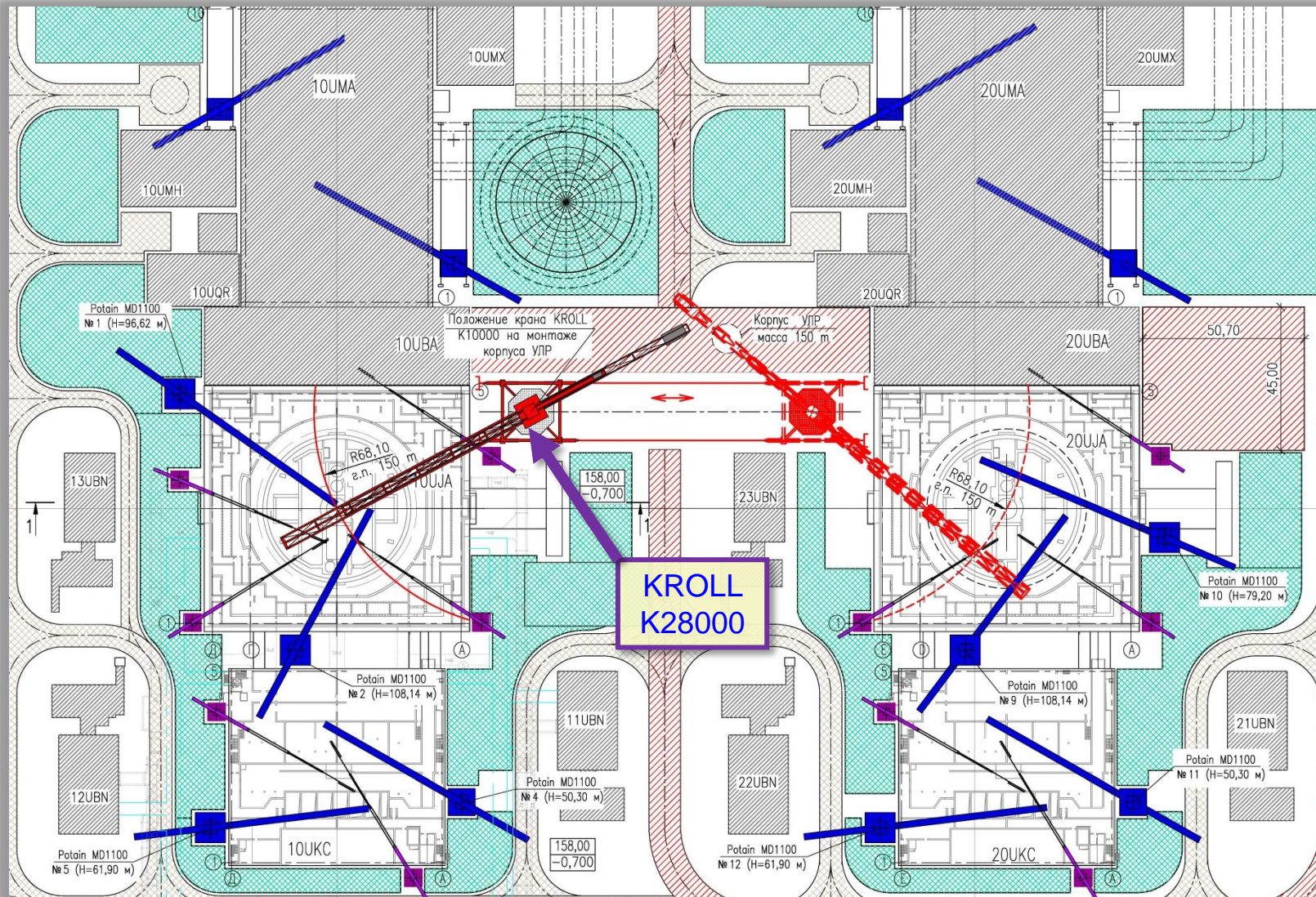
Вариант применения козлового крана грузоподъемностью 600 т



Недостатки применения козлового крана:

- Нет опытного образца
- Требуется опережающее строительство всех подземных сооружений (каналов, тоннелей)
- Не монтируется УЛР (устройство локализации расплава)
- Пути козлового крана пересекают транспортный портал реакторного здания
- Не подходит для применения на данном генплане

Вариант применения башенного крана KROLL K28000



KROLL K10000

Максимальная грузоподъемность
240 т на вылете 42 м.



Недостатки применения башенного крана KROLL:

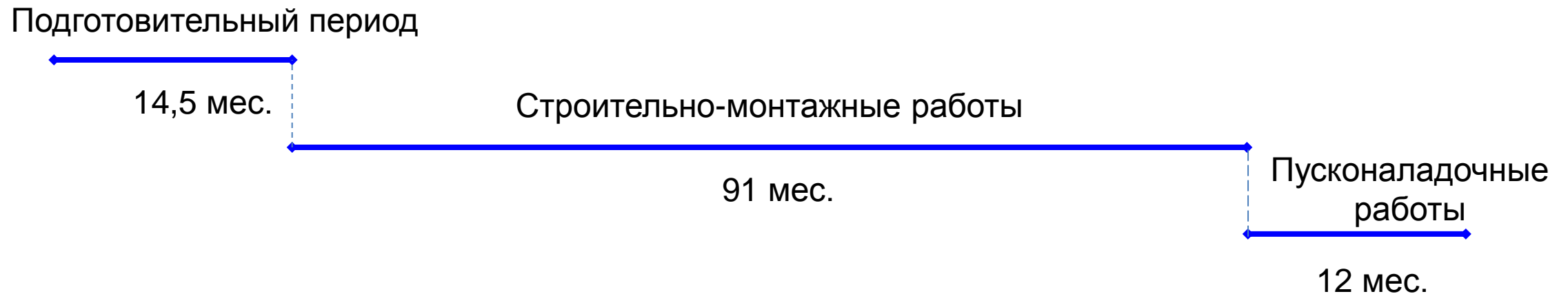
- Грузоподъемные характеристики крана не позволяют монтировать элементы защитной оболочки (купола массой - 500 т), а также основное технологическое оборудование на стадии совмещенного монтажа;
- Требуется два крана KROLL K28000, для работы на двух блоках, что соответственно приводит к удорожанию проекта;
- Данная модификация крана KROLL находится на стадии разработки «концепт проект». Наряду с козловым краном, опытный образец KROLL K28000 на сегодняшний день не создан и не испытан.

Факторы позволяющие повысить темпы строительства

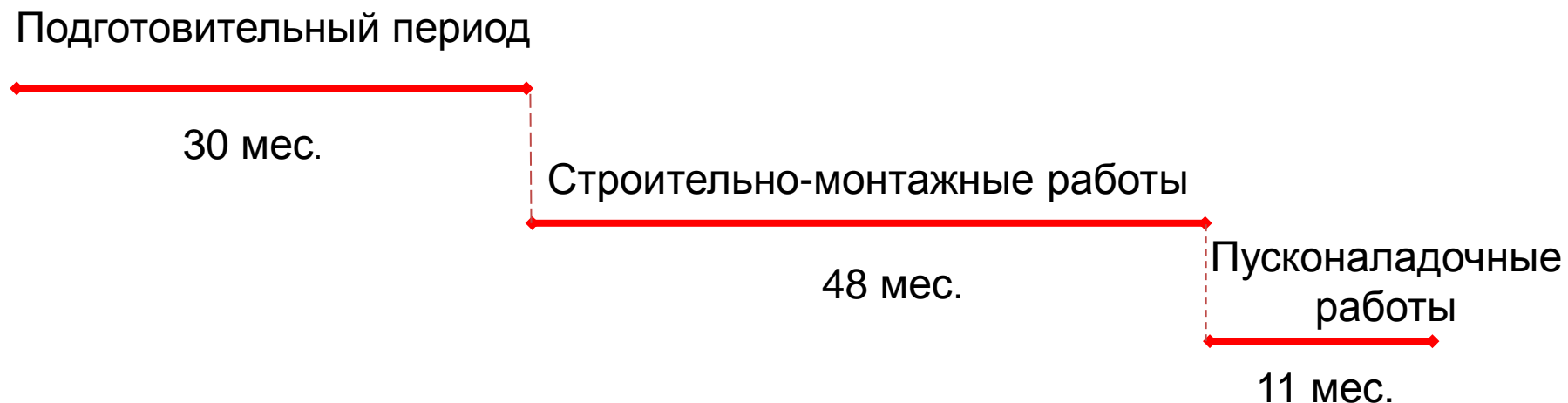
- Использование современных комплексных средств автоматизации проектирования и моделирования;
- Прохождение экспертизы и выпуск рабочей документации в полном объеме до начала основного периода строительства;
- Технологическая готовность основных объектов строительно-монтажной базы, обеспечивающих изготовление крупноблочных элементов, за год до укладки первого бетона в фундаментную плиту здания реактора;
- Крупноблочное (модульное) строительство;
- Применение технологии механического соединения (винтовые и обжимные муфты) элементов арматурного каркаса;
- Использование современных средств механизации строительных работ;
- Применение строительного крана большой грузоподъемности;
- Использование метода «open-top» при установке технологического оборудования в здание реактора;
- Установка и монтаж укрупненных блоков трубопроводов на этапе совмещенных строительно-монтажных работ;
- Применение автоматической и роботизированной электросварки;
- Использование современных полимерных добавок для бетонных смесей, повышающих пластичность, удобоукладываемость и уменьшающих сроки твердения бетона, внедрение инновационной технологии самоуплотняющихся бетонов (СУБ);
- Применение фибробетонных панелей в качестве несъемной опалубки;
- Поточный метод строительства.

Сравнение продолжительности строительно-монтажных работ по НВАЭС-2 и Курской АЭС-2

- Нововоронежская АЭС-2



- Курская АЭС-2



Спасибо за внимание!