СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

MIN4621 «Жерасты құрылысының объектілері» пәні

«6B07205» – «Тау-кен инженериясы» мамандығы студенттеріне арналған

15-дәріс. «Қорытынды дәріс. Жерасты атом электр станцияларының құрылысын салу ерекшеліктері»

Оқытушы: Алменов Талгат Макулбекович, техн.ғыл.канд., «Тау-кен ісі» кафедрасының профессоры

T.Almenov@satbayev.university

Дәрістің мақсаты мен құрылымы

Дәрістің мақсаты

Жерасты АЭС кешенінің кеңістіктік құрылымын, ірі камераларды салу әдістерін және ядролық нысанға тән қауіпсіздік талаптарын біртұтас технологиялық жүйе ретінде түсіндіру.

Негізгі бөлімдер

- Жерасты энергетикалық кешенінің құрамы және орналасу қағидалары
- Үлкен қималы камералардың параметрлері мен пішіндері
- Тау-кен-геологиялық жағдайды бағалау
- Тірелген күмбез және тіреуші ядро әдістері
- Кезеңдеп қазу, бекіту және бетондау технологиясы
- Ядролық, радиациялық және құрылыс қауіпсіздігін біріктіру

Жерасты АЭС ұғымы

Жерасты АЭС-те реакторлық және қосалқы технологиялық жүйелер тау жынысы массивіндегі камералар мен тоннельдерге орналастырылады.

Қорғаныш орта

Тау массиві сыртқы әсерді әлсіретеді және нысанды кеңістікте оқшаулайды

Камералық кешен

Реактор, машина залы, электр және инженерлік жүйелер бөлек көлемдерде орналасады

Көлік желісі

Оқпандар, штольнялар және тоннельдер құрылыс пен пайдалануды қамтамасыз етеді

Инженерлік тосқауылдар

Қаптама, гидрооқшаулау, желдету және сүзгілеу қауіпсіздік жүйесін толықтырады

Жобалау кезінде құрылыс технологиясы кейінгі пайдалану, жөндеу және авариялық әрекет ету талаптарымен бірге қарастырылады.

Жерасты нысандарының өлшемдік ауқымы

60–1000 м²

Камералардың көлденең қима ауданы

20–40 м

Көп таралған камера ені

200–500 м

Камера ұзындығы

10–20 м

Көп таралған камера биіктігі

70 м дейін

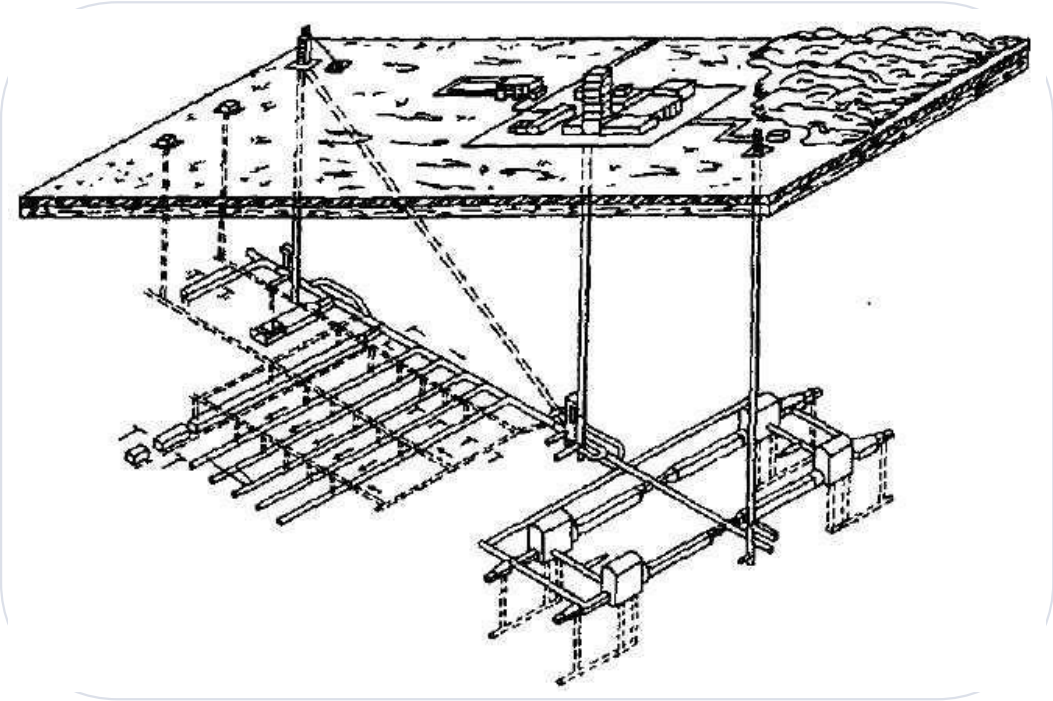
Арнайы камера биіктігі

400 мың м³+

Энергетикалық камералар көлемі

Үлкен көлем жыныс қысымын басқаруды, кезеңдік қазуды және бекітпені үздіксіз бақылауды талап етеді.

Шахталық типтегі жерасты АЭС сұлбасы



PDF-тегі есептік мысал

- Жерасты қазбаларының жалпы көлемі: 240 761 м³
- Қазбалардың жалпы ұзындығы: 5,3 км
- Үлкен қималы камералардың үлесі: 42%
- Кешен бірнеше оқпан, тоннель және камерадан тұрады

Негізгі жобалық қағида

Функционалдық аймақтарды бөлу: реакторлық бөлік, турбиналық зал, электр жүйелері, желдету, көлік және авариялық шығу жолдары. Байланыстар қысқа болуы керек, бірақ қауіпсіздік тосқауылдары сақталады.

Кешеннің функционалдық аймақтары

Реакторлық камера — Реактор, қорғаныш қабық және негізгі қауіпсіздік жүйелері

Машина залы — Турбина, генератор, конденсация және қызмет көрсету алаңдары

Инженерлік камералар — Электрмен жабдықтау, сорғы, жылу әкету және басқару жүйелері

Көлік қазбалары — Ірі жабдықты жеткізу, жыныстыш шығару және персонал қозғалысы

Желдету арналары — Қалыпты және авариялық ауа алмасу арналары

Қауіпсіздік жолдары — Тәуелсіз эвакуация, құтқару және авариялық қолжетімділік

Орналасу алаңын таңдау

Жыныс сапасы	Бекем, тұтас және аз жарықшақты массив ірі камералардың тұрақтылығын арттырады
Сейсмикалық жағдай	Белсенді жарылымдардан қашықтық және есептік жер сілкінісі ескеріледі
Жерасты суы	Су қысымы, ағын жолдары және ұзақ мерзімді гидрогеологиялық режим бағаланады
Жылу әкету	Салқындату жүйесінің сенімді көзі мен резервтік схемасы қажет
Қолжетімділік	Құрылыс логистикасы, электр желісі, жол және авариялық қызметтер бағаланады
Экология	Су, топырақ, халық және қорғалатын аумақтарға ықпал талданады

Инженерлік-геологиялық зерттеулер

1

Аймақтық модель

Геология, тектоника және гидрогеология жинақталады

2

Барлау

Ұңғылар, геофизика және су сынақтары орындалады

3

Зертханалық сынақ

Беріктік, деформация, жарықшақ және ұзақ мерзімді қасиеттер анықталады

4

Сандық модель

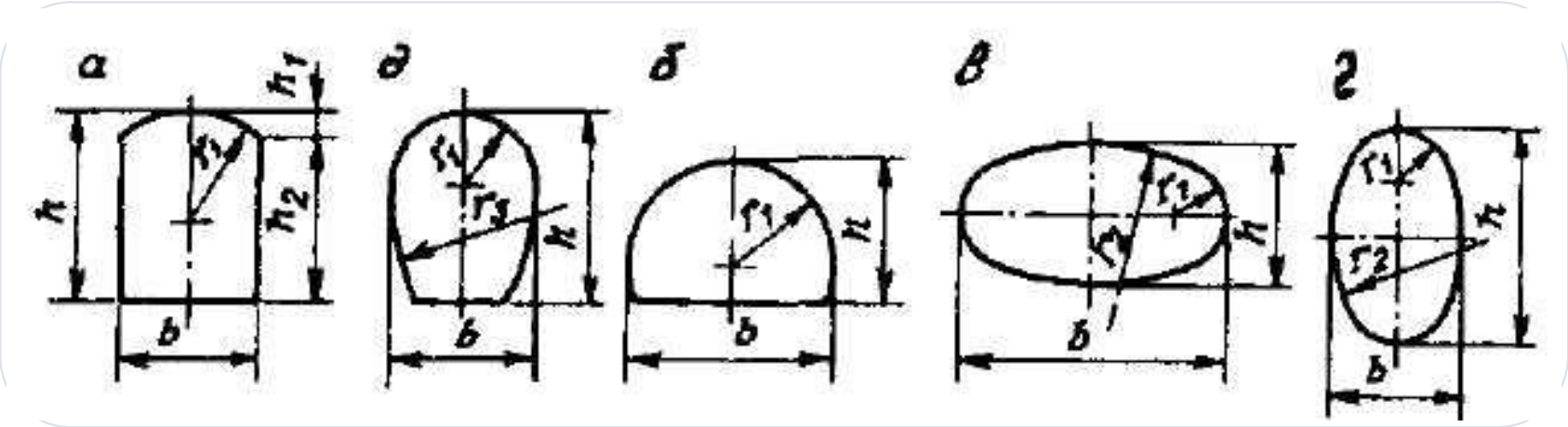
Кернеу, деформация және қазу кезектілігі есептеледі

5

Құрылыс бақылауы

Нақты дерек бойынша модель мен бекітпе параметрлері жаңартылады

Камера қималарының пішіндері



Тікбұрышты күмбезді қима

- Ірі технологиялық жабдықты орналастыруға қолайлы
- Күмбез жүктемені бүйір қабырғаларға таратады
- Жерасты энергетикалық камераларында жиі қолданылады

Таға және эллипс тәрізді қима

- Жыныс қысымын біркелкі таратуға мүмкіндік береді
- Контур бұрыштарын азайтады
- Функционалдық габарит пен геологияға қарай таңдалады

Қима пішіні тек архитектуралық шешім емес. Ол кернеу шоғырлануына, қазу кезегіне және бекітпе шығынына әсер етеді.

Ірі камераларды салудың негізгі әдістері

Тірелген күмбез әдісі

- Алдымен күмбез астындағы жыныс алынады
- Күмбез қарнақ пен шашыранды бетонмен бекітіледі
- Орталық массив жоғарыдан төмен қарай кемерлермен қазылады
- Бекем жыныстарда және тұрақты массивте тиімді

Тіреуші ядро әдісі

- Камера периметрі бойымен алдын ала саңылау қазбалары жасалады
- Қабырға мен күмбез сыртқы контурдан бекітіледі
- Орталық ядро бекітпе қорғанысында алынады
- Әлсіз жыныста немесе өте кең камерада қолданылады

Тірелген күмбез әдісінің технологиялық реті

1

Қол жеткізу

Камераға кіретін қазбалар дайындалады

2

Орталық калотта

Күмбез ортасы оздыра қазылады

3

Бүйір бөліктер

Калотта екі жаққа кеңейтіледі

4

Күмбез бекітпесі

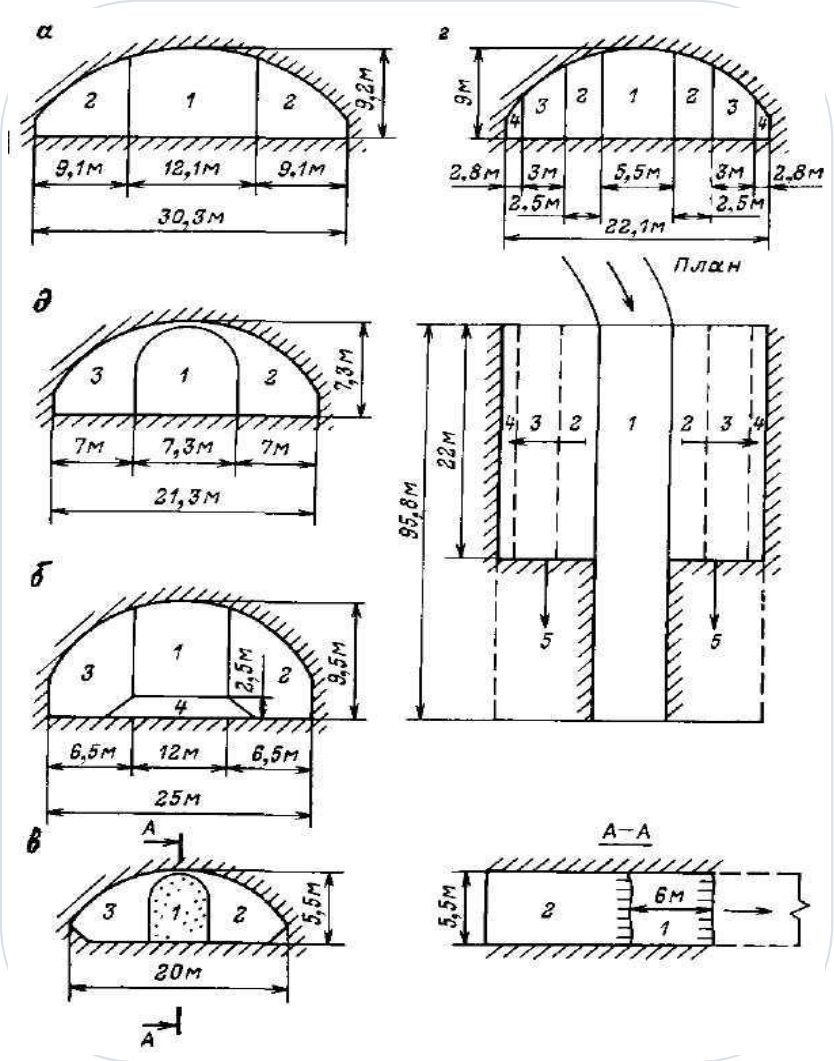
Қарнақ, тор және шашыранды бетон орнатылады

5

Кемерлер

Негізгі көлем жоғарыдан төмен алынады

Күмбезді кезеңдеп қазу сұлбасы

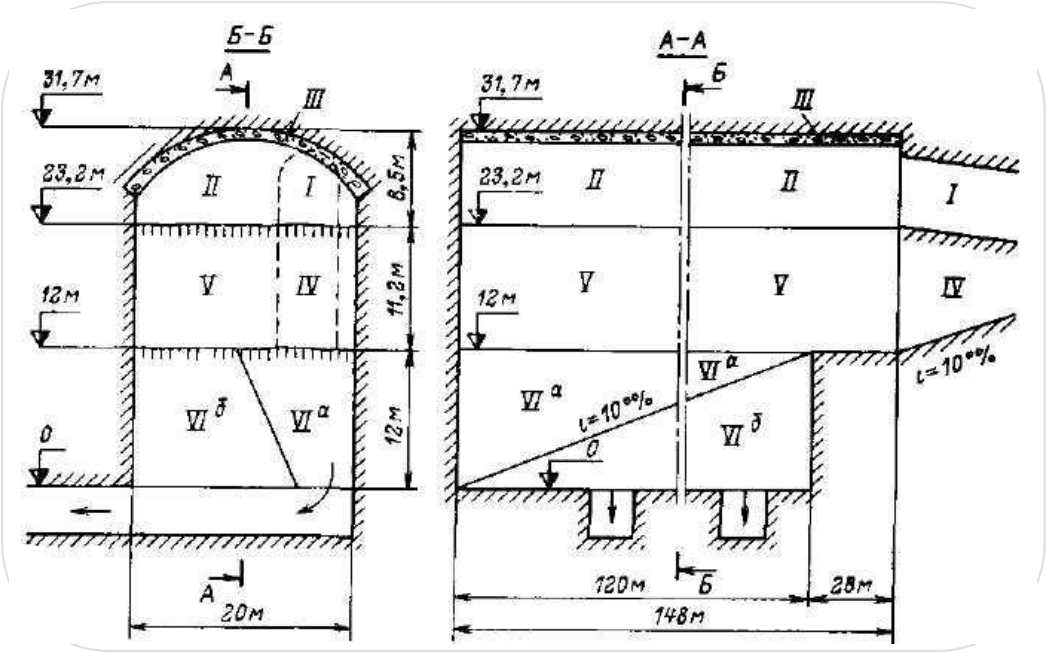


Жұмыс логикасы

- Ортаңғы бөлім оздыра жүргізіледі
- Бүйірлік забойлар қысқа алыммен ашылады
- Әр кезеңнен кейін уақытша бекітпе орнатылады
- Күмбез тұйықталған соң төменгі кемерлер алынады
- Жұмыс кезегі геомеханикалық мониторингпен нақтыланады

Кезеңдеу бір мезгілде ашылатын контурды азайтып, деформацияны басқаруға мүмкіндік береді.

Кемерлермен жоғарыдан төмен қазу



PDF-тегі шектік мәндер

- Тұрақты жыныста кемер биіктігі: 10 м дейін
- Орташа беріктікте: 5 м дейін
- Кейбір технологиялық сұлбада кемер: 12 м дейін
- Тұрақты бетон бекітпе забойдан 50–100 м кейін орнатылуы мүмкін

Қазу тәртібі

Кемер алынған сайын қабырғалар қарнақтармен бекітіледі. Контурлық жарылыс қабырғаның бұзылуын шектейді. Төменгі бөлікте көлік жолы мен су жинау жүйесі кезеңмен тереңдетіледі.

Бұрғылау-жару жұмыстарын ұйымдастыру

Контурлық жару	Тегіс қабырға қалыптастырып, артық қопаруды және жарықшақтануды азайтады
Қысқа алым	Ашылған массивтің тұрақтылығын сақтайды және бекітпені жақындатады
Діріл бақылауы	Жабдыққа, бетонға және көршілес қазбаларға әсер шектеледі
Газ және шаң	Жарылыстан кейін желдету, өлшеу және рұқсат тәртібі орындалады
Жыныстытиеу	Көлік ағыны жару циклінен бөлініп, қауіпсіз маршрутпен ұйымдастырылады
Сапа бақылауы	Контур, табан белгісі және массивтің жаңа жарықтары тексеріледі

Бекітпе жүйесінің құрамы

Бекітпе массивпен бірге жұмыс істейді. Уақытша және тұрақты элементтер бір есептік жүйе ретінде қарастырылады.

Қарнақтар	Жарықшақты блоктарды массивке байланыстырады
Шашырандағы бетон	Контурды тұйықтап, ұсақ блоктардың түсуін тоқтатады
Металл тор және арка	Жергілікті әлсіз аймақтарды күшейтеді
Құйма темірбетон	Ұзақ мерзімді жүктемені, су қысымын және технологиялық талапты қабылдайды
Инъекция	Жарықтарды толтырып, су ағынын және деформацияны азайтады
Гидрооқшаулау	Қаптама арқылы су өтуін шектеп, жабдықты қорғайды

Су ағынын және гидрооқшаулауды басқару

Құрылыс кезеңі

- Барлау ұңғылары арқылы су қысымы анықталады
- Алдын ала цементация су өткізгіш жарықтарды жабады
- Су жинау арықтары мен зумпфтар кезеңмен салынады
- Сорғылар тәуелсіз электр қорегімен резервтеледі
- Су құрамы өлшеніп, тазарту тәртібі белгіленеді

Пайдалану кезеңі

- Қосарланған гидрооқшаулағыш контур қарастырылады
- Дренаж арналары тексеруге қолжетімді болады
- Су ағуы датчиктермен және өлшеу бекеттерімен бақыланады
- Қаптама тігістері жөндеуге бейімделеді
- Радиологиялық бақылау кәдімгі дренаждан бөлінеді

Желдету және ауа ағындарын бөлу

Ауа қозғалысы қалыпты пайдалану, өрт және радиациялық оқиға
ер ег

1	2	3	4	5
Таза ауа	**Қысым айырмасы**	**Жергілікті сорғыш**	**Сүзгілеу**	**Резерв**
Персонал және таза аймақтарға беріледі	Ауа ластануы ықтимал аймаққа қарай бағытталады	Шаң, газ және жылу көзінде ұсталады	Шығарылатын ауа бақыланып, қажет болса сүзгіленеді	Желдеткіштер мен электр қорегі қайталанады

Ядролық нысанға тән қауіпсіздік қағидалары

Терең эшелонды қорғаныс

Бір тосқауыл істен шыққанда келесі тосқауыл қауіпсіз функцияны сақтайды

Тәуелсіздік

Қауіпсіздік арналары ортақ себептен бір мезгілде істен шықпайтындай бөлінеді

Резервтеу

Жылу әкету, электр қорегі және бақылау құралдары қайталанады

Физикалық бөлу

Өрт, су басу және жарылыс бір аймақтан екіншісіне таралмауы тиіс

Сейсмикалық орнықтылық

Қауіпсіздікке маңызды камералар мен коммуникациялар есептік әсерге төзеді

Бақылау мүмкіндігі

Жасырын конструкциялар, дренаж және бекітпе күйі өлшеніп отырады

Құрылыс кезіндегі радиациялық қауіпсіздік

Жаңа АЭС құрылысының негізгі кезеңінде ядролық отын болмайды. Радиациялық режим отын жеткізілгенге дейін кезең-кезеңімен күшейтіледі.

Отын жеткізілгенге дейін

- Материалдардың радиациялық сапасын бақылау
- Радон және шаң деңгейін өлшеу
- Таза және бақыланатын аймақ шекарасын дайындау
- Өлшеу аспаптарын калибрлеу
- Персоналды оқыту және рұқсат жүйесін енгізу

Отын жеткізілгеннен кейін

- Дозиметриялық бақылау толық іске қосылады
- Материалдар мен адамдар ағыны бөлінеді
- Ластануды бақылау пункттері жұмыс істейді
- Радиоактивті қалдықтар маршруты белгіленеді
- Авариялық әрекет ету дайындығы тексеріледі

Өрт, түтін және эвакуация қауіпсіздігі

Жобалық шаралар

- Өрт аймақтары отқа төзімді тосқауылдармен бөлінеді
- Кабель трассалары мен май жүйелері физикалық ажыратылады
- Түтінді шығару бағыты эвакуация жолына қарсы ұйымдастырылады
- Кемінде екі тәуелсіз шығу бағыты қарастырылады
- Қауіпсіз аймақтар мен байланыс пункттері белгіленеді

Құрылыс кезіндегі тәртіп

- Уақытша кабель мен жанғыш материал есебі жүргізіледі
- Отты жұмыстарға рұқсат және бақылау енгізіледі
- Эвакуация жолдары жабдықпен бөгелмейді
- Құтқару жаттығулары кезеңмен өткізіледі
- Түтін және газ датчиктері уақытша желімен іске қосылады

Геотехникалық мониторинг

Бақылау нәтижесі тек есепке жазылмайды. Ол қазу қадамын, бекітпе параметрін және жұмыс қауіпсіздігін өзгертуге негіз болады.

Конвергенция

Камера қабырғаларының жақындауы

Қарнақ күші

Бекітпеге түсетін жүктеме

Жыныс қысымы

Қаптама мен массив түйісуіндегі қысым

Су қысымы

Пьезометрлік деңгей және ағын

Сейсмикалық бақылау

Жару мен массив қозғалысының дірілі

Жарықшақтар

Контур мен бетондағы өзгерістер

Шекті мәннен асу кезінде жұмыс тоқтатылады, аймақ қоршалады, инженерлік бағалау жүргізіліп, күшейту шешімі қабылданады.

Құрылыс кезеңдерінің жалпы реттілігі

1

Дайындық

Алаң, портал, оқпан және уақытша жүйелер

2

Қол жеткізу

Негізгі көлік және желдету қазбалары

3

Камералар

Күмбез, бекітпе және кемерлерді кезеңдеп қазу

4

Тұрақты құрылым

Гидрооқшаулау, бетон қаптама және іргетастар

5

Монтаж және іске қосу

Жабдық, сынақ, қауіпсіздік жүйелерін тексеру

Жерасты АЭС шешімінің артықшылықтары мен шектеулері

Ықтимал артықшылықтар

- Тау массиві сыртқы механикалық әсерден қорғайды
- Жер үстіндегі алып жатқан аумақ азаяды
- Кейбір технологиялық аймақтарды табиғи оқшаулау күшейеді
- Температуралық орта салыстырмалы тұрақты
- Нысанның физикалық қорғалуы артады

Негізгі шектеулер

- Ірі камераларды салу күрделі және ұзақ
- Геология мен су жағдайына тәуелділік жоғары
- Жабдықты жеткізу және ауыстыру қиындайды
- Өрт пен эвакуация ерекше шешімдерді қажет етеді
- Құрылыс сапасын кейін түзету қымбат

Негізгі тәуекелдер және басқару шаралары

Жарықшақты әлсіз аймақ	Алдын ала барлау, қысқа алым, күшейтілген бекітпе
Күтпеген су ағыны	Зондтау, инъекция, резервтік сорғы және бөгет
Артық деформация	Кезеңдеу, уақытша тіреу және онлайн мониторинг
Жару әсері	Контурлық заряд, діріл шегі және реттілік
Өрт немесе түтін	Аймақтау, уақытша желдету және тәуелсіз шығу
Сапа ауытқуы	Ұстау нүктелері, сынақ және атқарушылық құжаттама
Кесте кешігуі	Қосымша забой, логистика резерві және тәуекел кестесі

Қорытынды тұжырымдар

Кеңістік — Жерасты АЭС бірнеше ірі камера мен байланыс қазбаларынан тұратын жүйе

Геология — Технологияны жыныс сапасы, су және кернеу жағдайы анықтайды

Кезеңдеу — Күмбезді алдын ала бекітіп, негізгі көлемді кемерлермен алу тұрақтылықты арттырады

Бекітпе — Қарнақ, шашыранды бетон, инъекция және темірбетон бірлесіп жұмыс істейді

Қауіпсіздік — Құрылыс шешімі ядролық, өрт, радиациялық және эвакуациялық талаптарды біріктіреді

Бақылау — Мониторинг нәтижесі жұмыс тәртібін жедел өзгертуге мүмкіндік береді

Бақылау сұрақтары және әдебиеттер

Бақылау сұрақтары:

1. Жерасты АЭС кешені қандай камералар мен қазбалардан тұрады?
2. Үлкен қималы камералардың негізгі пішіндері қандай?
3. Тірелген күмбез және тіреуші ядро әдістерінің айырмашылығы неде?
4. Күмбезді кезеңдеп қазудың геомеханикалық мәні қандай?
5. Кемер биіктігі жыныс қасиетіне қалай тәуелді?
6. Ядролық нысан құрылысына қандай қосымша қауіпсіздік талаптары қойылады?
7. Геотехникалық мониторинг нәтижесі шешім қабылдауға қалай қолданылады?

Әдебиеттер: **негізгі [1, 2, 3], қосымша [3, 6, 7].**

Назар аударғандарыңызға рахмет!