

УДК 622:678.7

С.П. Смирнов, Г.П. Жуков, Ю.Н. Титов, Г.Н. Титов

**ПОЛИМЕР-КОЛЛОИДНЫЕ СМЕСИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ
В ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЯХ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Семинар № 1

В статье [1] отмечается, что ЗАО «Робус» разработал и совместно с ЗАО НПО «Промсервис» изготавливает высокоэффективные импортозамещающие реагенты и сухие смеси для приготовления бурового раствора при раздельном бурении основного ствола под техническую колонну, вскрытии продуктивных нефтегазовых пластов и горизонтальном бурении. При этом состав сухих смесей комплектуется по заданию самих буровых компаний по широкому спектру параметров и компонентов. Сухие смеси поставляются на буровые так, что для приготовления бурового раствора следует лишь развести их технической водой непосредственно на месте бурения скважины.

Сухая смесь представляет собой смесь веществ и реагентов, имеющих одинаковое физическое состояние (порошки), хорошо смешивающиеся между собой. Технология приготовления раствора из сухой смеси проста и состоит в смешивании ее в гидравлической мешалке с технологической водой плотности, заданной заказчиком. Расход сухой смеси на 1 м³ технологической воды составляет от 45 до 80 кг (2 мешка) при перемешивании в течение 2 часов. Технологический отстой раствора составляет 24 часа. Перед началом бурения следует выполнить «разгонку» готового бурового раствора.

Сухая смесь пожаро- и взрывобезопасна, не токсична, биологически безвредна, не выделяет вредных продуктов при хранении и использовании, относится к IV классу опасности. Использование указанной смеси позволяет многократно снизить затраты при приготовлении буровых растворов, снизить на-

грузки на снабженческие службы нефтяных и газовых компаний, уменьшить транспортные расходы и т.д. Следует отметить также, что использование таких смесей для приготовления буровых растворов позволяет получить более высокие дебиты отдачи пластов.

Смеси разработаны на основе биополимера марки К.К «РОБУС» (ТУ 9172-003-35944370-01) для вскрытия продуктивных отложений, а также при капитальном и профилактическом ремонте скважин. Биополимер изготавливается из сырья естественного происхождения и не оказывает токсического действия на организм людей. Отличается низкими добавками и работает как в пресных, так и в сильно агрессивных растворах. В табл. 1 приведены его технические характеристики (однопроцентный раствор на пресной основе).

Технические характеристики полимер-коллоидного бурового раствора (ПКР), разработанного на основе биополимера марки К.К «РОБУС» в сравнении с глинистым буровым раствором, приведены в табл. 2.

Более чем трехлетний опыт применения полимер-коллоидного раствора на Оренбургском нефтегазовом конденсатном месторождении и других месторождениях Российской Федерации позволяют констатировать:

Таблица 1

Техническая характеристика	Показатель
рН	9,3
Плотность г/см ³	1,0
Пластическая вязкость	15
Условная вязкость, сек	172
СНС дПа	32,4/33,6
Фильтрация, см ³	4,0
Псевдопластичность	0,37
Консистенция	2,6

Таблица 2

Номер п/п	Наименование показателей, параметров, свойств	Глинистый буровой раствор	Полимер-коллоидный буровой раствор
1.	Наличие твердой фазы	7-10%	Отсутствует
2.	Наличие коллоидной глинистой фазы	2,5-5,0%	0-2,5%(при бурении по глинам)
3.	Стойкость к минеральной агрессии по: NaCl Ca Mg	До 7,0% 0,2% 0,2%	До 5,0% До 5,0%
4.	Стойкость к цементной агрессии	До 1,0%	До 10,0%
5.	Стойкость к шламовой наработке: карбонатной глинистой	До 30,0% До 15,0%	До 51,0% До 37,0%
6.	Стойкость к сероводородной агрессии	До 1,0%	До 4,5%
7.	Термостойкость	Определяется термостойкостью вводимых стабилизаторов	
8.	Ингибирующие свойства для неустойчивых глин, К	0,89	0,50
9.	Коэффициент трения контактной пары «сталь-сталь» в среде раствора	0,1-0,15	0,03-0,08
10.	Поверхностное натяжение	70 дн/см	63 дн/см
11.	Коэффициент восстановления эффективности проницаемости при обратной циркуляции через образец	0,19-0,22	0,7-0,9
12.	Рекомендуемый pH	8,0-9,0	Не регламентируется
13.	Стоимость бурового раствора 1 м ³ стабилизированного до фильтрации 2х10 м/30мин		По договорной цене
14.	Стойкость к бактериальному разложению пресного бурового раствора	11 сут.	30-60 сут.
15.	То же минерализованного (NaCl), стабилизированного КМЦ	30 сут.	90 сут.

- сухая смесь ПКР обладает высокой смазывающей способностью;
- сухая смесь обеспечивает стабильность параметров раствора как во время бурения, так и во время его хранения;
- полимер - коллоидный раствор может успешно использоваться в разведочном и эксплуатационном бурении твердых пород, а так-

же глинистых сланцев, аргиллитов, гипсов, ангидритов и карбонатных пород;

- буровой раствор на основе сухой смеси ПКР работоспособен в температурном интервале от -20°C до $+35^{\circ}\text{C}$;
- буровой раствор на основе сухой смеси ПКР по сравнению с другими растворами обладает следующими преимуществами:
 - отсутствует твердая фаза;

- имеет повышенную стойкость к цементу и нейтрален к солям;
- легко регулируется по параметрам обычными химреагентами;
- имеет низкий коэффициент трения (0,3-0,4);
- легко утяжеляется серийно выпускаемыми утяжелителями;
- способствует коэффициенту сохранения проницаемости пород, усиливаемых добавкой ПАВ;
- инертен к сероводороду вследствие отсутствия глинистой коллоидной фазы;
- фильтрат быстро проникает в породу;
- снижает отрицательное воздействие на пласт;
- Использование бурового раствора ПКР позволяет:
 - сократить сроки освоения месторождения с 7 до 1-2 суток;
 - повысить показатели работы долот;
 - уменьшить выход шлама;
 - повысить ресурсы работы забойного двигателя на отказ;
 - максимально укрепить стенки скважины;
 - уменьшить приток твердой фазы;
 - повысить экономические показатели при бурении всякого рода скважин.

Кроме того, при использовании бурового раствора ПКР отпадает необходимость в трудоемких и большеобъемных (до 100 м³) кислотных обработках скважин при их освоении, а также позволяет экономить расход раствора за счет его повторного использования при бурении других скважин. Расход бурового раствора ПКР более чем в три раза ниже по сравнению с другими растворами, а экономический эффект на бурение скважины глубиной 2012 м на Оренбургском нефтегазовом конденсатном месторождении составил 1429 тыс. руб.

Для ликвидации водопроявлений, глушения скважин, кольмотации продуктивных пластов нефти и газа и ликвидации межколонных перетоков ЗАО разработаны высокоэффективные технологические жидкости. Они представляют собой двухкомпонентную смесь высокомолекулярных полимеров, быстро растворимых в воде. Промышленно изготавливается четыре вида технологических жидкостей:

Робус –К – для кольмотации продуктивных пластов;

Робус –В – для ликвидации водопроявлений (не реагирует на кислотную обработку);

Робус –Г – для глушения скважин (вымывается водой и реагирует на кислотную обработку);

Робус –М – для ликвидации межколонных перетоков.

Поставка реагентов потребителям осуществляется в полипропиленовых мешках, в которых находятся два пакета: основной – полимерная составляющая и малый пакет – сшиватель. Технология приготовления рабочих жидкостей сводится к получению однородной консистенции из основного пакета и ввод в нее сшивателя из малого пакета. В зависимости от марки реагента количество сшивателя может быть различным. Поставки во всех случаях сопровождаются техническим регламентом на применение реагентов и приготовление жидкости.

Разработанные технологические жидкости успешно используются на Оренбургском нефтегазовом конденсатном месторождении. Уместно заметить здесь, что существовавшая ранее технология, например, ликвидации поступления пластовой воды в эксплуатационные скважины методом цементных мостов имеет ряд существенных недостатков. Главные из них:

- цементный раствор практически не фильтруется в призабойную зону пласта из-за специфических реологических свойств цементной суспензии, что не позволяет получить достаточно протяженный изоляционный экран по радиусу дренирования скважины;

- из-за достаточно продолжительных сроков схватывания цемента при взаимодействии с пластовой водой цементный камень получается низкого качества в связи с изменением водоцементного отношения и наличия ионов магния в пластовой воде.

Новая технология водоизоляционных работ, созданная ЗАО «РОБУС», предусматривает установку водоизолирующего экрана как в стволе скважины, так и непосредственно в проницаемой зоне пласта, являющейся каналом водопритока. Эта технология обеспечивает повышение эффективности изоляционных работ за счет избирательной (селективной) способности состава при контакте с нефтью и пластовой водой, повышенных фильтрационных характеристик неотвержденного состава и высоких прочностных свойств получаемого изолирующего экрана, исключает коррозионное воздействие закачиваемых материалов на подземное оборудование из-за отсутствия в рабочих ком-

позициях коррозионно агрессивных компонентов.

Механизм блокирования водопритоков прост и надежен. Реагент «Робус -В», попадая в проницаемый интервал (трещину) пласта при контакте с пластовой водой полимеризуется, его вязкость резко возрастает и проникающая способность в этом направлении снижается, в результате реакции объем материала увеличивается. С увеличением объема материала перераспределяются фильтрационные потоки по контуру фильтрации. Получается замкнутый изоляционный экран.

Потенциальная опасность межколонных давлений связана в первую очередь с проникновением пластового флюида за пределы обсадной колонны, с насыщением водоносных горизонтов, выходящих на дневную поверхность, и с образованием техногенных залежей. Проведенными исследованиями и работами по ликвидации межколонных проявлений позволили установить основные пути, по которым пластовый флюид проникает в межколонное пространство скважин. Такими путями являются:

- не герметичность колонных головок;
- пропуски в резьбовых соединениях, обусловленные не достижением регламентированного крутящего момента при свинчивании обсадных труб;
- наличие каналов в зацементированном пространстве, связанное с нарушением технологии цементирования, термобарическими воздействиями на колонну при опрессовке, перфорации, освоении и эксплуатации скважин и т.д.

Технология ликвидации межколонных давлений с использованием реагента «Робус - М» включает:

- при наличии в зацементированном пространстве проницаемых каналов -закачку изоляционного материала в межколонное пространство;
- при не герметичности в эксплуатационной колонне (пропуски резьбовых соединений, нарушение целостности трубы и т.п.) – прокачку изоляционного материала через выделенные не герметичности в цементное кольцо с последующей опрессовкой колонны;
- в случае цементирования эксплуатационной колонны до устья – вытеснение методом «гравитации» находящейся в межколонном пространстве жидкости до изолирующего реагента «Робус - М»:

В ряде случаев в кровле продуктивных отложений встречаются газоносные пропластки, которые необходимо перекрывать обсадной колонной. Разработанный ЗАО «РОБУС» реагент кольматант «Робус - К» позволяет успешно провести кольматацию газоносного интервала без изоляции газоносного участка обсадной колонной.

Для проведения капитального ремонта скважин, а также при зарезке боковых стволов необходимо проводить «задавку» скважин. Операция эта и трудоемка и сложна. Существующая практика «задавки» скважин раствором или полимер - коллоидным раствором характеризуется большими объемами закачиваемых жидкостей, достигающие порой 150-200 м³. Разработанная ЗАО «РОБУС» специальная жидкость для глушения скважин «Робус - Г» позволяет значительно сократить затраты и время глушения скважины и характеризуется малыми объемами закачиваемой жидкости – всего 9-12 м³.

При этом важно отметить, что вся продукция, выпускаемая ЗАО «Робус», имеет гигиенический сертификат и паспорт безопасности, согласованный с Госгорэпиднадзором Российской Федерации. Имеются инструкции по приготовлению и применению всех видов смесей, растворов и жидкостей, а также производится обучение специалистов по использованию продукции. Работы по совершенствованию и разработке смесей и растворов продолжаются. Успешно прошли промышленные испытания разработанных ЗАО «Робус» низкоплотные растворы (плотностью менее 1 г/см³).

Высокая эффективность и технологичность, малый расход, дешевизна и экологичность новых растворов и жидкостей по сравнению, например, с полиуретановыми смолами [2] позволяют надеяться на их применении при добыче других полезных ископаемых как открытым, так и подземным способами. Растворы соответствующих консистенций и жидкости могут быть успешно использованы в следующих работах:

1. Закрепление стенок горных выработок.
2. Упрочнение массива горных пород, в том числе водонасыщенных (алевролитов, аргиллитов, песков и др.).
3. Противооползневые работы.
4. Укрепление бортов карьеров и откосов отвалов.

5. Полная и частичная закладка выработанного пространства и т.д.

Для составления технических заданий заказчикам необходимы лишь соответствующие

эксперименты. Сухие смеси для этих целей имеются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Титов Г.Н., Титов Ю.Н., Жуков Г.П.* Новые буровые растворы и технологии их применения. / Бурение и нефть, 2004, № 7-8. –С. 30-33.

2. *Герасимов В.М., Синельников В.В., Златицкий А.Н.* Совместное Российско-Германское предприятие Карбо-Цак. Проспект.

Коротко об авторах

Смирнов С.П. – кандидат технических наук, зам. генерального директора ВНИМИ,
Жуков Г.П. – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ВНИМИ,
Титов Ю.Н. – инженер, генеральный директор ЗАО НПО «Промсервис»,
Титов Г.Н. – инженер, генеральный директор ЗАО «РоБус», г. Санкт-Петербург.



© Ю.В. Посыльный, Е.А. Тетерин,
2005

УДК 622.834.1

Ю.В. Посыльный, Е.А. Тетерин

**ПОКАЗАТЕЛЬ ПОДРАБАТЫВАЕМОЙ ТОЛЩИ
ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССА
СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Семинар № 1

В работе приводится методика выбора математического выражения показателя толщи горных пород, который предполагается использовать в расчете сдвижений и деформаций земной поверхности с применением типовых кривых.

Существующий метод расчета сдвижений и деформаций земной поверхности, основанный на типовых кривых и изложенный в правилах охраны [1], не учитывает характеристики подрабатываемой толщи горных пород. Рекомен-

дуемые параметры процесса сдвижения относятся к определенным регионам, для которых установлены усредненные распределения оседаний, средние значения граничных углов и других параметров процесса сдвижения.

Шахтинский угольный район относится к Восточному Донбассу, для которого в правилах охраны (табл. 1) приводятся распределения оседаний земной поверхности в зависимости от коэффициента подработанности

Таблица 4

Карта деривации квадратов (БЗ) от земной поверхности в точках (z) деления по модулю бы сдвижения

Параметр z	Мощность пород, м										
	Глина	Песчаный сланец		Песчано-глинистый сланец		Песчаник		Известняк		Глинистый сланец	
S(Z) при n ≥ 1	1,0	0,99	0,95	0,86	0,71	0,50	0,29	0,14	0,05	0,01	0
S(Z) при n=0,81	1,0	0,985	0,90	0,77	0,58	0,39	0,22	0,10	0,04	0,01	0
S(Z) при n=0,64	1,0	0,97	0,85	0,69	0,48	0,31	0,17	0,08	0,03	0,01	0
S(Z) при n=0,49	1,0	0,96	0,83	0,65	0,46	0,29	0,16	0,08	0,03	0,01	0

Таблица 5

Варьирование показателей толщи по скважинам

Таблица 2 № скважины		Величины показателей толщи по скважинам									
Фактические и расчетные распределения оседаний		Pm1					Pm2				
Диаметр		Величина параметра					136,01				
4945a	0	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	1
4947	1	0,99	0,90	0,45	0,24	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
4948	1	0,97	0,87	0,51	0,34	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03	0
4942(Z)	0	0,02	0,03	-0,06	-0,10	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
4943			7,40			216,51				223,03	
4927			7,49			135,24				139,61	
4052			7,15			174,30				179,02	
4931			7,23			338,48				347,89	
4944			6,69			237,25				241,65	
скважины	Глина	Песчаный сланец	Песчано-глинистый сланец	Песчаник	Известняк	Глинистый сланец	Сумма мощностей				
4945	6,7	235,5	91,8	206,15	45,15	24,8	615,16				
4945a	42,75	338,5	43,5	206,7	54,8	102,2	906,92				
4947	23	305	135	250	10	26	900				
4948	13	411	106	324	22	19	1030				
4942	14	270	1,65	315	205,61	86	740				
4948	10	520,25	692	351	194,02	62,35	199,11965,23				
4927	19	286	0,238	245	1,0601	15	1064 596				
4052	26	226	106	354	20	72	804				
4931	51	808	37	521	27	100	1544				
4944	42,5	429,3	29,8	349,7	85,2	222,2	1169,79				

$$N = \sqrt{n} = \sqrt{0,7 \frac{D}{H}}$$

где D – размер горной выработки (лавы); H – средняя глубина разработки.

Выполним сравнение фактических распределений оседаний, полученных в результате обработки данных измерений на станции № 15 (профильная линия по ул. Садовая), с рекомендуемыми распределениями правил охраны, и результаты сведем в табл. 2.

В табл. 2 видно, что максимальное расхождение в ординатах SZф – S(Z) = 0,1,

что в относительной мере составляет 42%. Такого порядка и выше погрешности наблюдаются и по другим станциям. По нашему мнению

на несоответствие расчетных и фактических распределений оказывают влияние ряд факторов, среди которых одним из решающих является литологический состав толщи горных пород между выработкой и земной поверхностью. Для оценки подработанной толщи предлагаются показатели, вычисляемые по следующим формулам:

1) Средневзвешенная крепость толщи пород

$$P_f = \frac{f_1 \cdot m_1 + f_2 \cdot m_2 + \dots + f_n \cdot m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n},$$

где m – суммарная мощность слоев одной и той же породы в составе толщи; f – соответствующая крепость слоев породы;

2) Средневзвешенная (по крепости) мощность толщи пород

$$P_{m1} = \frac{m_1 \cdot f_1 + m_2 \cdot f_2 + \dots + m_n \cdot f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}$$

3) Средневзвешенная (по крепости и объемной массе) мощность толщи пород

$$P_{m2} = \frac{m_1 \cdot f_1 \cdot \gamma_1 + m_2 \cdot f_2 \cdot \gamma_2 + \dots + m_n \cdot f_n \cdot \gamma_n}{f_1 \cdot \gamma_1 + f_2 \cdot \gamma_2 + \dots + f_n \cdot \gamma_n}$$

где γ – объемная масса слоев одной и той же породы.

Проведем анализ этих показателей на примере скважин 4945, 4945а, 4947, 4948, 4942, 4943, 4927, 4052, 4931, 4944 (табл. 3).

В табл. 4 приведем средние величины крепости горных пород f и объемной массы γ для условий Шахтинского угольного района.

Вычислим показатели, P_f , P_{m1} , P_{m2} по данным табл. 3 и 4 и результаты сведем в табл. 5.

Наилучшим показателем, характеризующим толщу горных пород, будет считаться тот, который имеет наибольшую изменчивость. В качестве критерия изменчивости примем относительную величину размаха варьирования показателя толщи пород, которую вычислим по формуле

$$I = \frac{R}{P} = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{\sum_{i=1}^n P_i} = \frac{n(P_{\max} - P_{\min})}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

где P_{\max} и P_{\min} – максимальное и минимальное значения показателей толщи; P_i – значения показателей толщи; n – число значений P .

В табл. 6. приведем значения величин изменчивости I .

Анализ табл. 6 показывает, что показатели P_{m1} и P_{m2} практически равнозначны, однако, для дальнейших исследований следует исполь-

зовать показатель P_{m2} , так как он учитывает не только крепость горных пород, но и их объемную массу.

Покажем на примере, как предполагается применить показатель P_{m2} при уточнении расчетного максимального оседания η_m .

Согласно [1] максимальное оседание рассчитывается по следующей формуле

$$\eta_m = q_0 m \cos \alpha N_1 N_2,$$

где $q_0 = 0,75$ для районов залегания углей марок А и ПА; m – вынимаемая мощность пласта; α – угол падения пласта; N_1 и N_2 – коэффициенты, определяемые в зависимости от отношения расчетной длины лавы D_r к средней глубине разработки H .

Полагая, что коэффициент q_0 зависит от показателя толщи пород P_{m2} , найдем зависимость q_0 от P_{m2} методом ступенчатой аппроксимации [2].

Выразим q_0 через фактическое оседание и получим

$$q_0^\phi = \frac{\eta_m^\phi}{m \cos \alpha N_1 N_2}$$

Проведем статистическую обработку n пар q_0^ϕ и P_{m2} и получим линию тренда в виде $q_0^\phi = f(P_{m2})$. Подставим $f(P_{m2})$ в расчетную формулу максимального оседания и получим выражение

$$\eta_m = f(P_{m2}) m \cos \alpha N_1 N_2,$$

которое будет учитывать как геометрические параметры сдвигающей толщи, так и ее геологические характеристики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. - СПб., 1998. - 291 с.

2. Посьялый Ю.В. Руководство по расчету параметров процесса сдвижения земной поверхности над горными выработками / Шахт. ин-т. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2000. – 163 с.

Коротко об авторах

Посьялый Ю.В., Тетерин Е.А. – Шахтинский институт Южно-Российского государственного технологического университета НПИ.

ДИССЕРТАЦИИ

**ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ
ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

<i>Автор</i>	<i>Название работы</i>	<i>Специальность</i>	<i>Ученая степень</i>
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ им. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА			
РЫВКИН Дмитрий Борисович	Задачи моделирования и управления экологической безопасностью предприятий нефтегазового комплекса	05.13.10	к.т.н.



© А.Л. Пустуев, 2005

УДК 622.83:551.242

А.Л. Пустуев

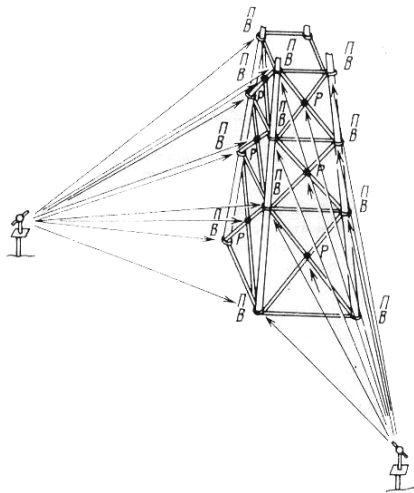
**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАРКШЕЙДЕРСКОГО
КОНТРОЛЯ ЗА ПОЛОЖЕНИЕМ ВЫСОТНЫХ
ОБЪЕКТОВ***

Семинар № 1

Необходимость в проведении инструментального геодезического контроля за положением высотных сооружений регламентируется требованиями действующих инструкций по их эксплуатации и направлена на своевременное выявление отклонений в положении сооружений, препятствующих их нормальной эксплуатации.

В данной статье описывается совместное применение традиционных и спутниковых геодезических методов для наблюдения за положением вертикальной оси металлической антенной опоры высотой 120 м имеющей треугольное сечение. В действующих нормативных документах описана методика наблюдения за положением вертикальной оси опоры только традиционными методами для опор, имеющих квадратное сечение. Суть методики сводится к определению смещений центров сечений ствола опоры, определенных как среднее между направлениями на левый и правый пояса опоры в местах болтовых соединений смежных секций (рис. 1), к центру сечения основания. Измерения должны производиться с реперов, рас-

положенных на взаимно перпендикулярных осях опоры, расстояние до которых зависит от



высоты сооружения.

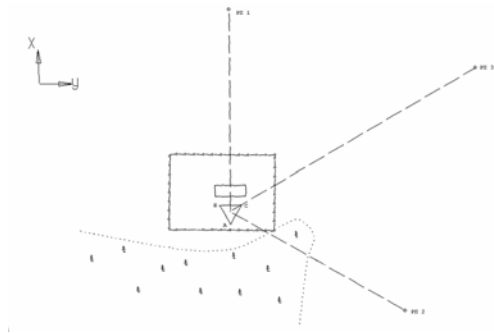


Рис.2 Схема расположения наблюдательных пунктов

В данном случае опора имеет треугольное сечение, поэтому было принято решение производить наблюдения по каждой грани ствола с исходных реперов оборудованных на осях симметрии опоры. В соответствии с требованиями инструкции были вынесены в натуре и закреплены три исходных наблюдательных репера. Ситуация осложнялась тем, что из-за наличия вблизи опоры зданий и густого леса, с исходных реперов нет прямой видимости на основание опоры. Кроме этого, репер №3 пришлось вынести на противоположную сторону грани a-b (рис. 2).

Определение координат болтовых соединений опоры с фундаментом (точек a,b,c) и исходных наблюдательных реперов (РП1, РП2, РП3) произведено комплексом спутниковой геодезии GPS в составе трех одночастотных приборов Trimble 4600-LS. Определение коор-

динат производилось быстро-статическим методом, время наблюдения на пункте составляло 30-40 мин. с интервалом регистрации данных 2 сек., в результате чего были получены координаты исходных точек, относительная погрешностью определения взаимного положения которых не превышает 2 мм. Центр сечения основания ствола опоры определен аналитически из полученных координат болтовых соединений опоры с фундаментом, затем для удобства ввели условную систему координат с началом координат в центре сечения основания, за ось X принято направление на РП1.

Наблюдения за положением вертикальной оси опоры производилось электронным тахеометром SOKKIA 3310, с исходных наблюдательных реперов, измерение горизонтальных углов, на левый и правый пояса опоры в местах болтовых соединений смежных секций (рис. 3), проводилось двумя приемами расхождение углов между приемами не превышает 20". За направление на ось опоры принято среднее значение из углов на левый и правый пояс ствола опоры. Координаты оси ствола опоры определялись методом прямой геодезической засечки с трех исходных наблюдательных реперов с известными координатами, вычисления производились в программном комплексе CREDO-DAT, с оценкой точности определения координат оси ствола по каждому поясу. В результате были получены координаты оси ствола башни по поясам.

Рис. 1 Типовая схема угловых измерений при контроле опоры

*Работа выполнена при поддержке РФФИ и Совета по грантам Президента РФ.

Вычисление смещения оси ствола по поясам, относительно основания, показали наличие превышения предельно допустимых смещений (1/1000 высоты сечения над фундаментом) на верхних поясах опоры. Смещение оси вершины опоры составило 160 мм, при допустимом значении 120 мм. Анализ точности получения координат оси ствола показал существенное увеличение погрешности определения, начиная с середины ствола, к вершине опоры погрешность определения координат центра приблизилась к 100 %.

Конечно, при таких результатах нельзя рассматривать полученную величину как истинное смещение оси ствола опоры. Были проведены дополнительные измерения геометрии решетки ствола опоры с целью выявления диагональных расколов решетки по смещению центральных фасонки. Анализ полученных смещений центральных фасонки позволил сделать заключение о том, что с увеличением высоты ствола опоры происходит не только его наклон (установленный по определению смещений оси ствола), но и постепенное закручивание ствола опоры вокруг своей оси (установленное по увеличению, с высотой, смещения центральных фасонки). В данных условиях получается, что направление на ось ствола опоры, полученное по каждой грани, не совпадает с действительным положением оси, этим объясняется и увеличение с высотой погрешности определения оси ствола.

Для точного определения смещения оси ствола опоры были установлены спутниковые геодезические приборы непосредственно на верхних торцах ствола антенной опоры (в точках a1, b1, c1 - на высоте 120 метров) и на наблюдательных реперах РП1 и РП2. Измерения проводились в быстро-статическом режиме, продолжительностью наблюдения 45 мин. и интервалом регистрации данных 1 сек. Точность определения координат точек a1, b1 и c1 на вершине опоры относительно наблюдательных реперов составила 2 мм. Координаты оси ствола антенной опоры на высоте 120 м были вычислены аналитически используя полученные с помощью GPS координаты точек a1, b1 и c1. Смещение оси ствола опоры на вершине, по результатам GPS определений, составила 145 мм. Кроме этого применение спутниковых геодезических приборов позволило определить разворот ствола опоры на вершине, величина разворота составила 3.50.

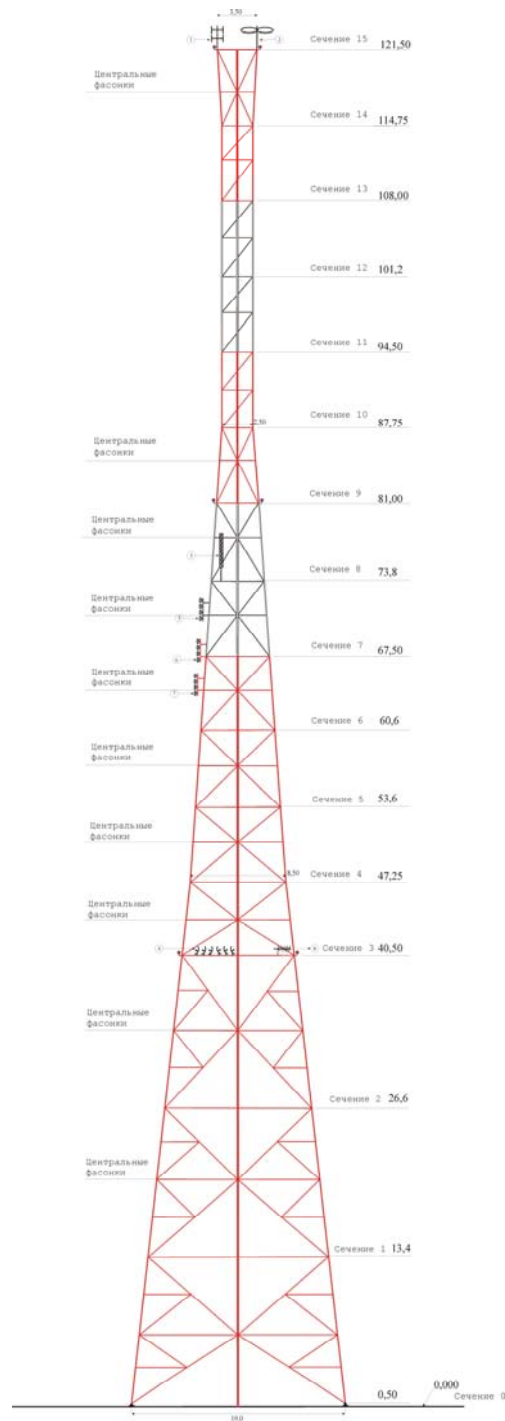


Рис. 3. Схема расположения контролируемых сечений и центральных фасонки

Проведенные наблюдения за положением оси ствола антенной опоры, показала целесообразность использования современных геодезических методов при наблюдении за высотными сооружениями, применение которых по-

зволяет повысить точность измерений, а также получить дополнительные данные, получение которых традиционными геодезическими методами либо совсем не возможно, либо очень трудоемко.

Коротко об авторах

Пустуев А.Л. – ИГД УрО РАН, Екатеринбург.

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

<i>Автор</i>	<i>Название работы</i>	<i>Специальность</i>	<i>Ученая степень</i>
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА			
КОЗИН Евгений Германович	Геомеханическое обоснование способов поддержания перегонных тоннелей метрополитена	25.00.20	к.т.н.



