

УДК 622.1:622.271.3

Х.М. Касымканова, Г.К. Садыкова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
E-mail: khaini_kamal@mail.ru**Анализ использования глобальных навигационных спутниковых систем при разработке месторождений углеводородного сырья**

Аннотация. В статье описывается анализ современных средств, способов мониторинга и совершенствование методики маркшейдерско-геодезических наблюдений за оседанием земной поверхности при освоении месторождений углеводородного сырья.

Ключевые слова: мониторинг, наблюдения, сдвигание, деформация, глобальные навигационные спутниковые системы.

Для эффективной и безопасной разработки нефтегазовых месторождений необходимо исследовать воздействие природных и техногенных факторов на развитие деформационных процессов, что позволит оценить возможности регулирования их влияния на породный массив, земную поверхность и инженерные сооружения. Одной из актуальных проблем при интенсивном ведении добычи полезных ископаемых, особенно в сейсмоактивных регионах, является изучение техногенных движений земной поверхности на основе мониторинга деформаций земной поверхности, обработки и анализа поступающей информации.

Разнообразные условия залегания нефтяных пластов, их размеры и формы, а также технологические особенности ведения добычных работ требуют индивидуальных, технических решений разработки месторождений с учетом охраны недр, окружающей среды и промышленной безопасности. Все эти вопросы регламентируются законами РК «О недрах и недропользовании», «О нефти», «Об охране окружающей природной среды», где на нефтегазодобывающие предприятия возложено проведение мониторинга за состоянием массива подрабатываемых объектов и инженерных коммуникаций для обеспечения нормальной работы предприятия.

Поэтому совершенствование методики маркшейдерско-геодезических наблюдений за оседа-

нием земной поверхности и прогнозирования их параметров при ведении мониторинга является одним из основополагающих факторов повышения безопасности и эффективности освоения месторождения углеводородного сырья.

Маркшейдерско-геодезические инструментальные наблюдения являются основным средством получения информации о состоянии массива разрабатываемого месторождения. Они позволяют:

- своевременно определять величину смещения, скорость развития процесса деформирования и тип деформаций;

- определять критические величины деформаций, предшествующих началу активной стадии деформирования, и осуществлять контроль за состоянием массива на деформирующихся участках;

- установить зависимость смещений земной поверхности от стадии разработки, осуществляемой на данный момент.

При решении геодезических задач, при разработке месторождений полезных ископаемых, желательно иметь достаточные результаты за минимальное время проведения работ. В этой связи представляется необходимым оговорить минимальные сроки и методы съемки. При этом отметим, что процесс оседания, происходящий в результате добычи флюидов, зависит не от времени, а от падения пластового давления. Пласто-

вое же давление зависит от интенсивности от качки и от возможности пополнения подземного бассейна за счет фильтрации поверхностных вод или других источников питания. Следовательно, частота наблюдений на полигонах зависит от интенсивности отбора и нагнетения в пласт флюидов [1].

В настоящее время представляется необходимым выполнение комплексного (подземно-наземно-аэрокосмического) наблюдения. Технологической базой проведения такого наблюдения является полноценное использование возможностей современных аэро- и космических технологий в сочетании с традиционными маркшейдерско-геодезическими методами работ.

Выбор метода долговременных маркшейдерских наблюдений обусловлен, прежде всего, заданной точностью определения смещения реперов полигона. Ниже рассмотрены различные методы наблюдений, применяющиеся в настоящее время на геодинимических полигонах.

Аэрофотограмметрический метод. Величины смещения реперов земной поверхности получают как разности их координат из последующей и предыдущих съемок. Координаты точек определяют аналитической пространственной фототриангуляцией. Параметры аэрофотосъемки (высоту фотографирования, фокусное расстояние фотокамеры, величины профильного и поперечного перекрытий), а также схему расположения опорных пунктов выбирают, руководствуясь точностью определения деформаций и возможностью алгоритма аналитической обработки снимков.

Метод спутниковой геодезии. Среди современных методов наиболее эффективным является технология спутниковой системы с определением приращений координат между опорными и рабочими реперами с точностью до $1 \div 2$ см. Технологические возможности геодезических систем позволяют определять положение пункта, оборудованного приемником спутниковых сигналов с достаточно высокой точностью. Координаты каждого спутника геодезической системы известны. В результате в околоземном пространстве создается динамическая сеть точек спутников с известными координатами.

Для достижения точности маркшейдерско-геодезических измерений рекомендуется фиксировать не абсолютные координаты пункта,

оборудованного приемником, а приращение пространственных координат между двумя синхронно работающими приемниками (рисунок). Для этого необходимо, чтобы оба приемника одновременно принимали сигналы не менее четырех одних и тех же спутников, зарегистрированных на станциях, а сигналы передаются в компьютер для совместной обработки, в результате которой вычисляются приращения координат между реперами [2].

В связи с этим совершенствование способов инструментальных наблюдений на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) является более эффективным способом контроля. Использование спутниковых систем помогает выявить деформации в любое время суток, при любой погоде и при отсутствии прямой оптической видимости между реперами со среднеквадратической ошибкой измерений без металлического диска, м ($X=0,0034$; $Y=0,0026$; $Z=0,0068$) [3].

Согласно усовершенствованной методике проведения инструментальных ГНСС, учитывается влияние ионосферы и тропосферы на точность измерений. Погрешность электромагнитного сигнала определяется по коду (n_ϕ) и несущей фазе (n_p) по формулам, разработанным Э.Л. Акимом, Д.А. Тучиным:

$$n_\phi = 1 - \frac{\alpha N_e}{f^2}, \quad (1)$$

$$n_p = 1 + \frac{\alpha N_e}{f^2}, \quad (2)$$

где α – константа, равная $40,28 \text{ Гц}^2 \times \text{м}$; N_e – концентрация электронов, $1/\text{м}^2$; f – частота электромагнитного сигнала, Гц [4].

При наблюдении за оседанием земной поверхности с использованием ГНСС необходимо учитывать величину наименьшего просвета и потери за «многолучевость» спутникового сигнала. Электромагнитный сигнал от спутника достигает антенны приемника через отражения от близко расположенных предметов, сооружений, подстилающей поверхности, транспортных средств и других объектов. Спутниковый сигнал, отраженный от поверхности, проходит

дополнительный путь, тем самым увеличивая погрешность измерения. Для отсеечения отраженных сигналов необходимо использовать металлический диск в связи с тем, что применение

металлического диска увеличивает точность измерения в плане на 20%. И среднеквадратическая ошибка измерений равна, м ($X=0,0022$; $Y=0,0013$; $Z=0,0046$).

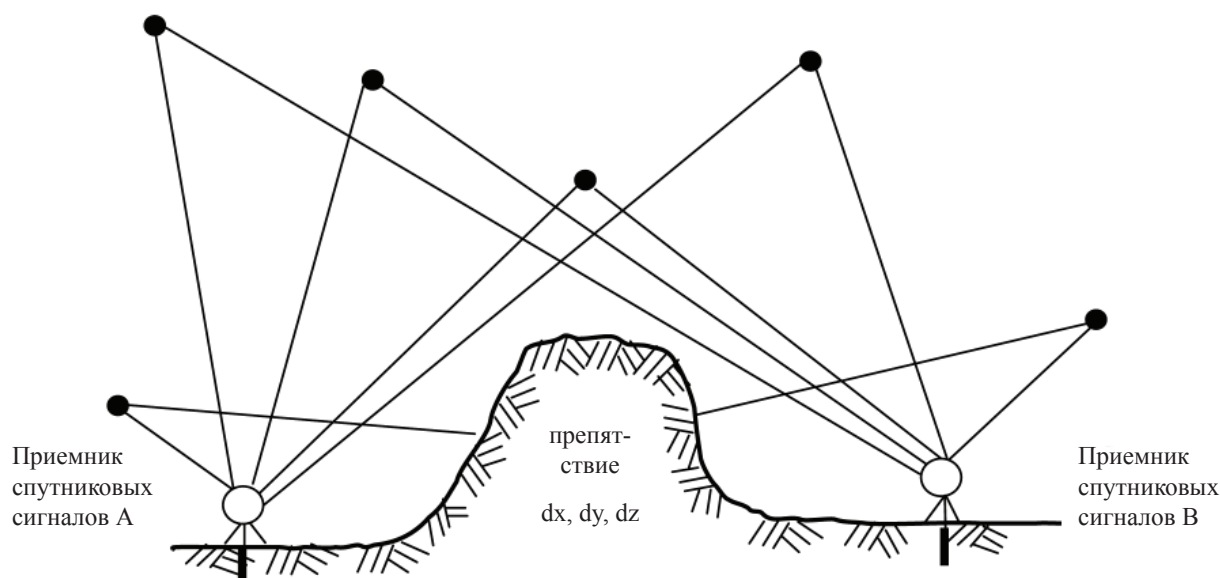


Рисунок – Схема проведения наблюдений с использованием ГНСС

При сравнительном анализе традиционных геодезических методов и ГНСС было доказано, что все методы удовлетворяют требованиям инструкции по производству геодезических работ, но ГНСС в 1.5 раза точнее при определении координат пунктов, так как допустимая ошибка при тригонометрическом нивелировании равна 6,4 мм, а ошибка измерения при использовании ГНСС равна 3,8 мм, и менее трудоемки. Поэтому использование ГНСС является более эффективным методом при мониторинге деформаций земной поверхности при разработке месторождений углеводородного сырья.

Литература

1 Жардаев М.К., Нурпеисова М.Б. Организация геодезических наблюдений за охраной зем-

ной поверхности // Комплексное использование минерального сырья. – 2004. – №5. – С. 21-26.

2 Бузиков Б.И., Гаврилова О.В. Технологические возможности спутниковых геодезических систем // Маркшейдерский вестник. – 1999. – №3. – С. 109-112.

3 Мозер Д.В. Совершенствование методики маркшейдерских наблюдений за состоянием карьерных откосов с применением глобальных спутниковых систем: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Караганда: КарГТУ, 2010. – С.17-18.

4 Калабай К., Остроумов В., Шануров Г. Применение спутниковых технологий для совершенствования высотной основы уровенных постов Казахстана и России // Геодезия. Картография. ГИС. – 2003. – №3. – С. 35-77.

Х.М. Қасымқанова, Г.К. Садықова

Көмірсутекті шикізат көздерін игеру барысында ғаламдық навигациялық жер серігі жүйесінің қолданылуын талдау

Мақалада көмірсутекті шикізат кен орындарын игеруде заманауи әдістер анализі, мониторинг тәсілдері мен жер бетінің шөгудің маркшейдерлік-геодезиялық бақылаулар әдістемелерін жетілдіру мәселелері сипатталған.

Түйін сөздер: мониторинг, бақылаулар, қозғалулар, деформация, ғаламдық жерсеріктік навигациялық жүйелер.

H.M. Kasymkanova, G.K. Sadykova

Analysis of global navigation satellite systems designed hydrocarbon

The article describes the analysis of modern means, methods of monitoring and improving the methods of surveying and geodetic observations of the land surface subsidence during the development of hydrocarbon fields.

Keywords: monitoring, surveillance, displacement, strain, global navigation satellite systems.