

ДИНАМИКА ГЕНЕРАТОРОВ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

А.С. Шагинян, А.В. Захаров, В.В. Болотский

Гомельский политехнический институт им. И.О.Сухого, Беларусь

В середине 60-х годов американской фирмой Сопосо (Коноко) был предложен метод "Вибросейс", на базе которого был создан аппаратный комплекс, позволяющий вести эффективно поиск и разведку полезных ископаемых и, прежде всего, нефти и газа [1].

При создании управляемых генераторов сейсмических волн, наиболее актуальными являются модельные исследования системы "виброисточник—геологическая среда", позволяющие провести детальное изучение динамических характеристик вибрационных источников [1,2,3].

На рис.1 приведена математическая модель реактивного вибрационного источника с электрогидравлическим приводом.

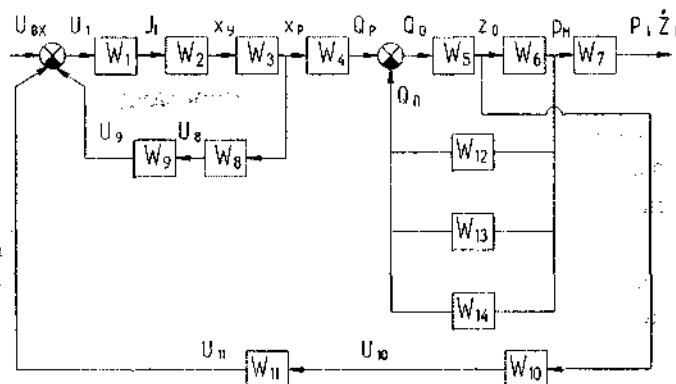


Рис.1

В системе управления данного типа источников регулирование обеспечивается обратными связями по положению распределительного золотника и по относительному перемещению реактивной массы (гидроцилиндра возбуждителя вибраций и плунжера с опорной плитой) [1]. В предлагаемой работе в систему управления данного вида источников введена система гидропитания с постоянным давлением на выходе насосной установки [4,5], что позволяет устранить действие гармоник высших порядков в электрогидравлическом усилителе и таким образом привести его математическое описание к линейному виду. Математическая модель реактивного вибрационного источника с системой гидропитания с постоянным давлением на выходе насосной установки приведена на рис.2.

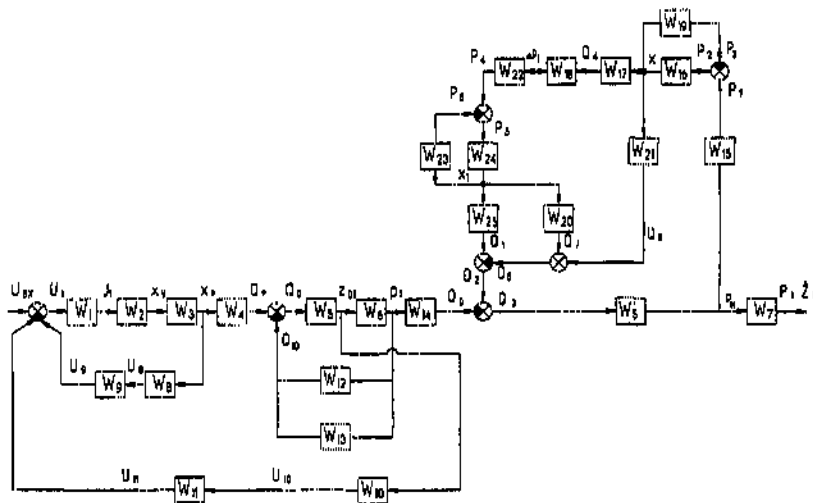


Рис.2

При выводе передаточных функций элементов системы использовались следующие обозначения [5,6]: S —оператор дифференцирования, $1/c$; $U_{вх}$ —напряжение входного сигнала, В; U_1 —напряжение на входе усилителя, В; J_1 —сила тока на выходе усилителя, А; x_y —перемещение управляющего золотника гидроусилителя, м; x_p —перемещение распределительного золотника гидроусилителя, м; Q_p —расход жидкости через щель золотникового распределителя без нагрузки, m^3/c ; Q_0 —теоретический расход подводимый к гидравлической нагрузке, m^3/c ; z_0 —перемещение гидравлического исполнительного механизма (ГИМ), м; z_{0T} —теоретическое перемещение ГИМ, м; $Q_{п}$ —потери расхода в гидравлической нагрузке на сжимаемость, утечки и трение рабочей жидкости, m^3/c ; p_T —теоретическое давление подводимое к ГИМ, Па; ; p_H —реальное давление подводимое к ГИМ, Па; U_8 —напряжение на датчике положения распределительного золотника, В; U_9 —напряжение на выходе усилителя обратной связи по положению золотника, В; U_{10} —напряжение на датчике перемещения реактивной массы, В; U_{11} —напряжение на выходе усилителя обратной связи по перемещению реактивной массы, В; Q_1 —теоретический расход насоса, m^3/c ; Q_2 —расход через золотник, m^3/c ; Q_3 —потери расхода на утечки, сжимаемость в гидравлической нагрузке, m^3/c ; X_2 —перемещение золотника, м; X_1 —перемещение управляющего органа насоса, м; P_1 —усилие на опорной плите вибрационного источника; P_2 —результатирующая сила, действующая на управляющий золотник, Н; P_3 —сила поджатия пружины, Н; Q_4 —расход в управляющем органе насоса, m^3/c ; Q_5 —потери расхода на управление насосом, m^3/c ; P_4 —сила, действующая на управляющий орган подачи насоса от регулируемого давления, Н; P_5 —результатирующая сила, действующая на управляющий орган подачи насоса,

P_6 —сила поджатия пружины управляющего органа подачи насоса, Н; P_7 —сила, действующая на золотник от регулируемого давления, Н; Q_6 —расход, потребляемый рабочим гидроцилиндром, $\text{м}^3/\text{с}$; Q_7 —потери расхода на перемещение управляющего золотника системы управления насосом, $\text{м}^3/\text{с}$; Q_8 —потери расхода на перемещение управляющего органа подачи насоса, $\text{м}^3/\text{с}$; Q_{10} —потери в гидравлическом усилителе на утечки и сжимаемость жидкости.

На основе математических моделей (рис.1 и 2) на основе методов исследования динамических моделей известных из теории автоматического управления [6] и методов исследования динамических и энергетических характеристик вибрационных источников сейсмических волн [2,7], выводятся общие передаточные функции для систем (рис.1 и 2). По полученным передаточным функциям строятся амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) силы (рис.3) и скорости (рис.4) воздействия опорной плиты (штампа) виброисточника на грунт.

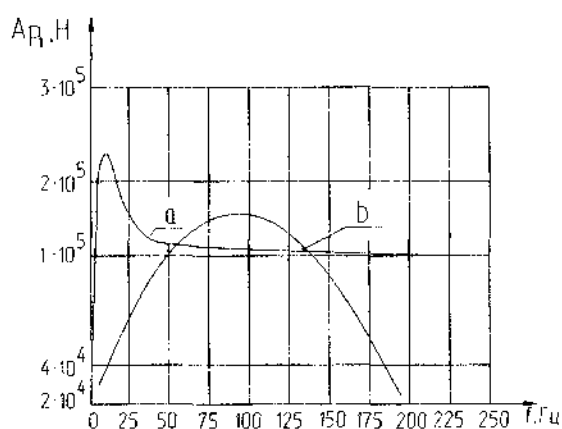


Рис.3. Амплитудно-частотная характеристика силы воздействия опорной плиты вибрационных источников сейсмических волн: а—с источником гидроснабжения с постоянным давлением на выходе насосной установки; б—с нерегулируемым источником гидроснабжения.

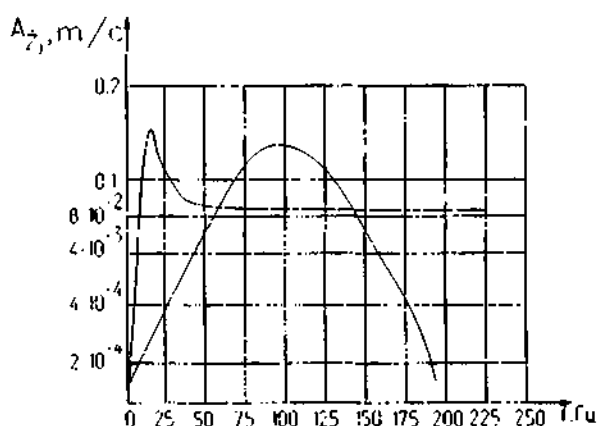


Рис.4. Амплитудно-частотная характеристика скорости воздействия опорной плиты вибрационных источников сейсмических волн: а—с источником гидроснабжения с постоянным давлением на выходе насосной установки; б—с нерегулируемым источником гидроснабжения.

Исходя из анализа графиков изображенных на рис.3 и 4 можно сделать следующие выводы:

АЧХ силы (рис. 3 поз. 1) и скорости (рис.4 поз.1) воздействия опорной плиты у источников сейсмических сигналов с постоянным давлением на выходе насосной установки имеют более высокие значения на всем диапазоне рабочих частот по сравнению с АЧХ силы (рис. 3 поз. 2) и скорости (рис.4 поз.2) воздействия опорной плиты виброисточниками с постоянной подачей насосной установки.

На основе п.1 можно сделать вывод о улучшении энергетических показателей вибрационных источников сейсмических сигналов при применении насосных установок с постоянным давлением на выходе на насосной установке.

Литература

- 1.Метод "Вибросейс". Патент США №3159233.
- 2.А.С.Шагинян. Динамика сейсмических вибраторов с электрогидравлическим сервоприводом. В кн.: Исследование Земли невзрывными сейсмическими источниками. Москва: Наука, 1981.- С. 184-190.
- 3.К.Уотерс. Отражательная сейсмология. Москва, "Мир", 1981.
- 4.В.А.Хохлов, В.Н.Прокофьев, Н.А.Борисова и др. Электрогидравлические следящие системы. Под ред. д.т.н., проф. В.А.Хохлова. Москва: "Машиностроение", 1971.
- 5.Э.Льюис, Х.Стерн. Гидравлические системы управления. Москва, "МИР", 1966.
- 6.Д.Н.Попов Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. Москва, "Машиностроение", 1987.
- 7.А.С.Шагинян. Методика исследования энергетических характеристик поверхностных источников сейсмических сигналов. В кн.: Методика геофизических исследований в нефтегазоносных районах. Сборник научных трудов в ВНИГНИ, вып. 235. Москва, 1981.