

## Корпусные перфорационные системы

В корпусных перфорационных системах кумулятивные заряды помещены в герметичной стальной трубке и не подвержены контакту со скважинными флюидами. При использовании перфораторов с наружным диаметром от 2½ дюймов и более, корпусные перфораторы эффективнее, чем бескорпусные, так как могут нести более мощные заряды (большая глубина прострела, большой диаметр и хорошее качество отверстий), позволяют оптимизировать фазировку, и повысить плотность отверстий перфорации. Корпусные перфораторы применяют в случаях, когда не допускается оставлять обломки перфоратора в скважине, а также в жестких условиях, делающих невозможным использование бескорпусных перфораторов. Перфораторы этого типа обычно спускаются на кабеле и могут отстреливаться в селективном режиме.

## Перфорационные системы с высокой плотностью зарядов (HSD)

Перфораторы с высокой плотностью зарядов (HSD) характеризуются высокой плотностью отверстий, оптимальными схемами фазировки, в них применяются самые крупные высокоэффективные заряды. Эти перфораторы применяются при заканчивании скважины для естественного режима разработки, для проведения ГПП или для борьбы с пескопроявлением. Имеются различные типоразмеры этих перфораторов — от 1,56 до 7 дюймов (3,96–17,78 см) для применения в обсадных колоннах любого диаметра. Выпускаются модификации перфораторов HSD с корпусом одноразового действия и с извлекаемым корпусом. Спуск перфораторов производится на кабеле, проволоке, НКТ или ГНКТ. Возможно объединение нескольких перфораторов в единую компоновку с помощью межкорпусных переводников.

Плотность отстреливания составляет от 4 зарядов/фут у перфоратора с поперечным габаритом 1,56 дюйма до 27 зарядов/фут у 7-дюймовых перфораторов. В перфораторах всех

типоразмеров применяется спиральная схема расположения зарядов. Это обеспечивает минимальное вертикальное расстояние между зарядами и оптимальную схему фазировки, что позволяет добиться максимальной продуктивности скважины и сохранить прочность обсадной колонны. По спецзаказу изготавливаются перфораторы с различной величиной расстояния между зарядами.

## Области применения

- перфорация с глубоким проникновением;
- перфорация с формированием каналов большого диаметра;
- борьба с пескопроявлением;
- перфорация для проведения ГПП.

## Перфорационная система Fractal для многоступенчатого воздействия на пласт

Перфорационная система Fractal\* представляет собой модернизированную модульную конструкцию на основе обычного перфоратора, которая может адаптироваться в зависимости от поставленной задачи, и существенно повышает безопасность, надежность, и эффективность многоступенчатых прострелочно-взрывных работ. Система Fractal допускает широкий выбор перфораторов различного размера и длины от 0,3 до 1,5 м (от 1 до 5 футов), с возможностью установки до 40 зарядов на один спуск.

Все электрические соединения выполняются на заводе изготовителя, поэтому перфорационная система Fractal требует минимальной сборки на скважине. Все компоненты, включая радиобезопасную или обычную систему возбуждения, поставляются в функциональных блоках, готовых к подключению и работе (plug-and-play).

Поскольку одноразовая система Fractal имеет барьеры давления, встроенные в электросоединения, ей не требуются переоснащаемые адаптеры, устанавливаемые между перфораторами — в каждом перфораторе используются новые компоненты, что позволяет уменьшить высоту оборудования на устье, повысив эффективность и надежность.

## Области применения

- многоступенчатый ГПП;
- скважины, пробуренные на метан угольных пластов;
- кислотные обработки с ограниченным проникновением кислоты в пласт.

## Перфорационная система Frac Gun для многоступенчатого ГПП

Перфорационная система Frac Gun\* специально разработана для работ в обсадной колонне малого диаметра в скважинах, где необходим ГПП. Система Frac Gun диаметром 5,08 см (2 дюйма) также применяется при заканчивании скважин, где диаметр перфоратора ограничен элементами эксплуатационной компоновки. К таким случаям относится спуск перфораторов через НКТ, скважины, законченные для совместно-раздельной эксплуатации двух пластов, скважины без изменения диаметра и скважины с большим отходом от вертикали. Система Frac Gun диаметром 7,93 см (3,12 дюйма) также может применяться во время работ для борьбы с пескопроявлением и в скважинах, пробуренных на метан угольных пластов.

Для возбуждения притока из трещин ГПП необходимы перфораторы с фазировкой 60° (или 120°), обеспечивающие входное отверстие большого диаметра. В зависимости от плана ГПП, система Frac Gun может оснащаться либо зарядами для отверстий большого диаметра, либо зарядами для большой глубины прострела, с использованием перфорационных систем с высокой плотностью отверстий (HSD). Перфораторы спускаются в скважину на кабеле или проволоке. Промежуточная вставка корпуса перфоратора имеет вставной соединитель, позволяющий осуществлять сборку быстрее, чем в любых подобных системах. Переводник системы Frac Gun диаметром 3,12 дюйма позволяет установить пробку и отстрелять несколько перфораторов за один спуск.

## Области применения

- Скважины, в которых необходимо проведение ГРП.
- Система Frac Gun диаметром 2 дюйма: скважины, в которых имеются сужения или препятствия в эксплуатационной компоновке.
- Система Frac Gun диаметром 3,12 дюйма: работы по борьбе с пескопроявлением.
- Система Frac Gun диаметром 3,12 дюйма: Скважины, пробуренные на метан угольных пластов.

## Кумулятивные заряды с большой глубиной прострела

Диаметр перфоратора, дюймы	Плотность отверстий перфорации, отверстий/фут	Фазировка, °	Заряд	Характеристики по API RP 19B, Раздел 1			Масса снаряженного 20-футового перфоратора в воздухе (без переводников), фунты	Макс. диаметр перфорационного отверстия, включая заусеницы, при выстреле в жидкости, дюймы	Макс. диаметр перфорационного отверстия, включая заусеницы, при выстреле в газе, дюймы
				Глубина проникновения, дюймы	Диаметр входного отверстия, дюймы	Площадь, открытая для потока, дюйм <sup>2</sup> /фут			
<b>Кумулятивные заряды с большой глубиной прострела</b>									
1.56-in HSD	6	60	PowerJet 1606, HMX	11.3	0.17	3.5	76	1.72	1.75
2-in HSD	6	60	PowerJet Omega 2006, HMX	21.8	0.22	7.3	123	2.29	2.31
2-in HSD	6	60	PowerJet 2006, HNS	15.3	0.22	8	123	2.16	2.21
2-in HSD	6	60	PowerJet 2006, HMX	18.7	0.23	6.5	123	2.16	2.21
2¼-in HSD	6	60	PowerJet 2306, HMX	17.7	0.3	8.7	155	2.46	2.48
2¼-in HSD	6	60	PowerJet 2306, HNS	15.7	0.27	9.5	155	2.46	2.48
2½-in HSD	6	60	PowerJet Omega 2506, HMX	30.6	0.32	12	171	2.78	—
2½-in HSD	6	60	PowerJet 2506, HNS	16.7	0.3	13.5	174	2.66	2.75
2½-in HSD	6	60	PowerJet 2506, HMX	24.4	0.31	10.5	176	2.66	2.75
2½-in HSD	6	60	PowerJet Omega 2906, HMX	36.0	0.34	16	246	3.16	3.32
2½-in HSD	6	60	PowerJet Omega 2906, HNS	24.3	0.31	17.6	249	3.16	3.32
2½-in HSD	6	60	PowerJet 2906, HMX	25.3	0.38	15	245	2.98	3.08
2½-in HSD	6	60	PowerJet 2906, HNS	21.0	0.31	19.5	239	2.96	3.08
3¼-in HSD	6	60	PowerJet Omega 3106, HMX	36.9	0.34	20	301	3.57	—
3¼-in Frac Gun	6	60	PowerJet Omega 3104, HMX	37.5	0.38	17.9	280	3.50	—
3¼-in HSD <sup>†</sup>	6	60	PowerJet 3406, HMX	36.5	0.37	22.7	334	3.66	—
3¼-in HSD <sup>†</sup>	6	60	PowerJet 3406, HNS	28.8	0.31	25	335	3.66	—
3¼-in OrientXact* <sup>‡</sup>	5	±10	PowerJet OX 3505, HMX	37.7	0.34	22.5	564	na	3.78
3½-in HSD	6	72	PowerJet Omega 3506, HMX	44.2	0.44	27	370	3.72	—
3½-in HSD	6	72	PowerJet Omega 3506, HNS	33.7	0.32	28	374	3.72	—
4-in HSD	5	72	PowerJet Omega 4005, HMX	51.7	0.48	38.8	496	4.44	—
4-in HSD	5	0/180	PowerJet 4006, HMX	36.5	0.46	26.0	425	na	4.37
4½-in HSD <sup>§</sup>	5	72	PowerJet Omega 4505, HMX	59.2	0.43	38.8	504	4.74	—
4½-in HSD <sup>§</sup>	5	72	PowerJet 4505, HMX	46.4	0.47	38.6	504	4.74	—
4½-in HSD <sup>§</sup>	12	135/45	PowerJet Omega 4512, HMX	34.0	0.35	22	495	4.91	—
4½-in HSD <sup>§</sup>	12	135/45	PowerJet 4512, HMX	30.2	0.34	22	495	4.91	—
4½-in OrientXact <sup>††</sup>	4	±10	PowerJet OX 4504, HMX	43.8	0.29	38.8	568	4.74	4.77
4.72-in HSD	5	72	PowerJet Omega 4705, HNS	44.4	0.36	38.8	606	4.95	5.16
4.72-in HSD	5	72	PowerJet 4505, HMX	48.3	0.51	38.6	606	4.95	5.16
4.72-in HSD	5	72	PowerJet 4505, HNS	34.4	0.4	38	623	4.95	5.16
4.72-in HSD	12	135/45	PowerJet 4512, HNS	22.8	0.31	22.5	610	4.99	5.16
4.72-in HSD	21	120/60	PowerJet 4521, HMX	21.0	0.32	15	665	4.93	—
7-in HSD	12	135/45	PowerJet Omega 4505, HMX	62.0	0.46	38.8	1,168	7.28	—
7-in HSD	12	135/45	PowerJet 4505, HMX	43.6	0.44	38.6	1,169	7.05	—
7-in HSD	27	120/60	PowerJet Omega 7027, HMX	35.5	0.29	20	1,110	7.05	—

Примечания: сделано все возможное для проверки точности приведенных данных. За дополнительной информацией следует обращаться к представителю компании Schlumberger в конкретном регионе. Имеются другие варианты плотности зарядов и фазировки. Компания Schlumberger также разрабатывает перфорационные системы по индивидуальному заказу в соответствии с конкретными требованиями.

нд/а = нет данных

Синим шрифтом указаны перфорационные системы, зарегистрированные в соответствии с требованиями стандарта API 19B. В отношении иных систем указаны неофициальные данные API.

† В перфорационных системах диаметром 3,38, 3,12 и 3,67 дюйма.

‡ В перфорационных системах диаметром 3,12 дюйма.

§ В перфорационных системах диаметром 4,12, 4,58, 4,72 и 5 дюймов.

†† В перфорационных системах диаметром 4,72 дюйма, рассчитанных на работу в условиях высокого давления

## Рабочие и механические характеристики

Диаметр перфоратора, дюймы	Плотность отверстий перфорации, отверстий/фут	Фазировка, °	Заряд	Характеристики по API RP 19B, Раздел 1			Масса снаряженного 20-футового перфоратора в воздухе (без переводников), фунты	Макс. диаметр перфорационного отверстия, включая заусеницы, при выстреле в жидкости, дюймы	Макс. диаметр перфорационного отверстия, включая заусеницы, при выстреле в газе, дюймы
				Глубина проникновения, дюймы	Диаметр входного отверстия, дюймы	Площадь, открытая для потока, дюйм²/фут			
<b>Кумулятивные заряды для чистых перфорационных каналов</b>									
2-in HSD	6	60	UltraJet* 2006, RDX	14.7	0.28	6.5	123	2.17	2.23
2-in HSD	6	60	HyperJet* 2006, RDX	9.6	0.33	6.5	122	2.16	2.21
2½-in HSD	6	60	HyperJet 2506, RDX	13.1	0.43	10.5	176	2.66	2.75
2½-in HSD	6	60	UltraJet 2906, HMX	22.1	0.36	15	245	2.98	3.08
2½-in HSD	6	60	HyperJet 2906, RDX	15.0	0.39	15	245	2.98	3.08
3¼-in Frac Gun	6	60	PFrac Omega* 3106, RDX	32.7	0.40	22.5	280	3.50	–
3¼-in Frac Gun	6	60	PFrac 3106, RDX	24.9	0.44	22.5	280	3.50	–
3¼-in HSD	6	60	34JL UltraJet, HMX	24.0	0.41	22.7	286	3.57	–
3¼-in HSD	4	90	UltraPack* 3106, RDX	16.2	0.4	9.2	185	3.14	3.22
3¼-in HSD†	6	60	UltraJet 3406, HMX	31.4	0.44	22.7	335	3.66	3.7
3¼-in HSD†	6	60	HyperJet 3406, RDX	22.5	0.49	22.7	335	3.66	3.7
4-in HSD	4	90	UltraPack 4004, RDX	18.7	0.43	12.4	265	4.09	4.37
4½-in HSD†	5	72	UltraJet 4505, HMX	42.6	0.46	38.3	485	4.74	–
4½-in HSD†	5	72	HyperJet 4505, RDX	37.0	0.57	38.8	487	4.74	–
5-in HSD	8	135/45	UltraJet 5008, RDX	20.2	0.54	24	620	5.19	5.22
7-in HSD	12	135/45	UltraJet 4505, HMX	39.9	0.45	38.3	1,123	7.05	–
7-in HSD	12	135/45	HyperJet 4505, RDX	37.0	0.57	37	1,128	7.05	–

Примечания: сделано все возможное для проверки точности приведенных данных. За дополнительной информацией следует обращаться к представителю компании Schlumberger в конкретном регионе.

Имеются другие варианты плотности зарядов и фазировки. Компания Schlumberger также разрабатывает перфорационные системы по индивидуальному заказу в соответствии с конкретными требованиями.

n/d = нет данных

Синим шрифтом указаны перфорационные системы, зарегистрированные в соответствии с требованиями стандарта API 19B. В отношении иных систем указаны неофициальные данные API.

† В перфорационных системах диаметром 3 3/8, 3 1/2, и 3,67 дюйма.

## Рабочие и механические характеристики

Диаметр перфоратора, дюймы	Плотность отверстий перфорации, отверстий/фут	Фазировка, °	Заряд	Характеристики по API RP 19B, Раздел 1			Максимальный заряд, г	Масса снаряженного 20-футового перфоратора в воздухе (без переводников), фунты	Макс. диаметр перфорационного отверстия, включая заусеницы, при выстреле в жидкости, дюймы	Макс. диаметр перфорационного отверстия, включая заусеницы, при выстреле в газе, дюймы
				Глубина проникновения, дюймы	Диаметр входного отверстия, дюймы	Площадь, открытая для потока, дюйм²/фут				
<b>Кумулятивные заряды для входных отверстий большого диаметра</b>										
2-in HSD	6	60	PowerFlow 2006, HMX	4.5	0.45	0.95	6.4	119	2.16	2.21
2½-in HSD	6	60	PowerFlow 2306, HMX	4.8	0.52	1.27	–	149	2.46	2.48
2½-in HSD	6	60	PowerFlow 2506, HMX	5.2	0.64	1.93	11.2	151	2.66	2.75
2½-in HSD	6	60	38C CleanPACK*, HMX	6.6	0.7	2.31	15	231	3.09	3.2
2½-in HSD	6	60	38C CleanPACK, RDX	8.4	0.62	1.18	15	231	3.09	3.2
3¼-in HSD	10	135/45	PowerFlow 3412, HMX	4.7	0.67	3.53	14.2	259	3.34	–
3¼-in HSD†	12	135/45	PowerFlow 3412, HMX	4.5	0.64	3.86	14.2	339	3.52	3.58
4-in HSD	5	120	PowerFlow 5008, RDX	6.3	0.95	3.55	30	414	4.19	–
4½-in HSD	6	120	PowerFlow 5008, RDX	6	0.93	4.08	30	437	4.74	–
4½-in HSD Bigshot 21* †	21	120/60	PowerFlow 4621, RDX	5.9	0.83	11.3	19	555	4.82	–
4½-in HSD Bigshot 21†	21	120/60	PowerFlow 4621, HMX	6.1	0.83	11.3	19.4	555	4.82	–
4.72-in HSD Bigshot 21†	21	120/60	PowerFlow 4621, RDX	5.4	0.73	8.8	19	596	na	–
4.72-in HSD Bigshot 21	21	120/60	PowerFlow 4721 Zinc, RDX	5.4	0.73	8.79	19	596	4.82	–
6½-in HP HSD‡	20	120/60	PowerFlow 4621 Extreme, HMX	5.38	0.60	5.65	18	778	4.90	–
6½-in HP HSD††	18	120/60	PowerFlow Max* 6618, HMX	7	0.94	12.5	38.8	1,606	6.94	–
6½-in HP HSD††,‡‡	18	120/60	PowerFlow Max 6618, HMX	6.2	0.86	10.5	38.8	1,606	6.94	–
6½-in HP HSD	18	120/60	PowerFlow Max 6618, HMX	7.8	0.96	13	38.8	1,352	6.89	–
6½-in HP HSD††	18	120/60	PowerFlow Max 6618, HMX	7.3	0.9	11.5	38.8	1,352	6.89	–
6½-in HP HSD†	18	120/60	CleanPack Max* 6618, HMX	7.4	0.87	10.7	37.8	1,290	6.87	–
6½-in HP HSD††	18	120/60	CleanPack Max 6618, HMX	6.5	0.73	7.5	37.8	1,290	6.87	–
6½-in HP HSD	18	120/60	PowerFlow 6618, HMX	6.8	0.91	11.7	34	1,426	6.73	–
7-in HSD	18	120/60	PowerFlow 7018, RDX	7.4	1.15	18.7	45	1,236	7.13	–
7-in HSD	18	120/60	PowerFlow 7018, HMX	7.1	1.14	18.53	49.5	1,236	7.13	–
7-in HSD	14	140/20	58C UltraPack, RDX	12.2	0.95	9.92	61	1,234	7.27	–
7-in HSD	12	135/45	64C CleanPACK, RDX	10.1	1.13	11.41	59	1,184	7.75	–
7-in HP HSD§§	18	120/60	PowerFlow 6618, HMX	6.0	0.66	6.16	34	1,441	7.10	–
7-in HP HSD††	18	120/60	PowerFlow Max 6618, HMX	7.8	0.93	12.22	38.8	1,735	7.20	–

Примечания: Сделано все возможное для проверки точности приведенных данных. За дополнительной информацией следует обращаться к представителю компании Schlumberger в конкретном регионе. Имеются другие варианты плотности зарядов и фазировки. Компания Schlumberger также разрабатывает перфорационные системы по индивидуальному заказу в соответствии с конкретными требованиями, n/d = нет данных

Синим шрифтом указаны перфорационные системы, зарегистрированные в соответствии с требованиями стандарта API 19B. В отношении иных систем указаны неофициальные данные API.

† В перфорационных системах диаметром 3 3/8, 3 1/2 и 3,67 дюйма.

‡ В перфорационных системах диаметром 4 1/2, 4 5/8 и 4,72 дюйма.

§ Толстостенная обсадная колонна Q125 диаметром 7,0 дюйма, 38 фунтов/фут.

†† Технология INsidr для ослабления ударной волны при детонации и снижения количества обломков перфоратора

‡‡ Толстостенная обсадная колонна Q125 диаметром 9 7/8 дюйма,

62,8 фунта/фут.

§§ Толстостенная обсадная колонна Q125 диаметром 10 1/8 дюйма,

79,22 фунта/фут.