

فرکینگ

شکستگی (همچنین به عنوان شکستگی هیدرولیکی، شکستگی، هیدروفراکچرینگ یا هیدروفرکینگ نیز شناخته می شود) یک تکنیک تحریک خوب است که شامل شکستن سازندها در سنگ بستر توسط یک مایع تحت فشار است. این فرآیند شامل تزریق فشار بالا "مایع شکستگی" (عمدتاً آب، حاوی ماسه یا سایر مواد معلق با کمک عوامل غلیظ کننده) به داخل چاه برای ایجاد شکاف در سازندهای سنگی عمیق است که از طریق آن گاز طبیعی، نفت و آب نمک آزادانه تر جریان می یابد. هنگامی که فشار هیدرولیک از چاه برداشته می شود، دانه های کوچکی از محرک های شکست هیدرولیک (اعم از ماسه یا اکسید آلومینیوم) شکستگی ها را باز نگه می دارند.

شکستگی هیدرولیک به عنوان یک آزمایش در سال ۱۹۴۷ آغاز شد، و اولین کاربرد تجاری موفق در سال ۱۹۴۹ دنبال شد. تا سال ۲۰۱۲، ۲٫۵ میلیون "فرک کار" در سرتاسر جهان بر روی چاه های نفت و گاز انجام شده است که بیش از یک میلیون مورد آن در ایالات متحده است. چنین عملیاتی به طور کلی برای دستیابی به نرخ جریان کافی در چاه های گاز شیل، گاز تنگ، نفت تنگ و چاه های گاز زغال سنگ ضروری است. برخی از شکستگی های هیدرولیکی می توانند به طور طبیعی در رگ ها یا دایک های خاصی ایجاد شوند. حفاری و شکستگی هیدرولیک، ایالات متحده را از سال ۲۰۱۹ به صادرکننده عمده نفت خام تبدیل کرده است، اما نشت متان، یک گاز گلخانه ای قوی، به طور چشمگیری افزایش یافته است. افزایش تولید نفت و گاز ناشی از رونق یک دهه فرکینگ منجر به کاهش قیمت ها برای مصرف کنندگان شده است و سهم درآمد خانوارها به هزینه های انرژی کاهش می یابد.

شکستگی هیدرولیک بسیار بحث برانگیز است. طرفداران آن، مزایای اقتصادی هیدروکربن های با دسترسی گسترده تر (مانند نفت و گاز طبیعی)، مزایای جایگزینی زغال سنگ با گاز طبیعی را که تمیزتر می سوزاند و دی اکسید کربن (CO_2) کمتری منتشر می کند، برجسته می کنند. و مزایای استقلال در دریافت انرژی. مخالفان فرکینگ استدلال می کنند که اثرات زیست محیطی، که شامل آلودگی آب های زیرزمینی و سطحی، آلودگی صوتی و هوا، ایجاد زمین لرزه، و خطرات ناشی از آن برای سلامت عمومی و محیط زیست می شود، بیشتر از آن ها است. تحقیقات اثرات نامطلوب سلامتی را در جمعیت هایی که در نزدیکی محل های شکستگی هیدرولیکی زندگی می کنند، یافته است، از جمله تأیید خطرات شیمیایی، فیزیکی و روانی اجتماعی مانند پیامدهای بارداری و تولد، سردردهای میگرنی، رینوسینوزیت مزمن، خستگی شدید، تشدید آسم و روان شناختی. استرس. برای جلوگیری از اثرات منفی بیشتر، رعایت مقررات و رویه های ایمنی مورد نیاز است.

مقیاس نشت متان مرتبط با شکستگی هیدرولیکی نامشخص است، و شواهدی وجود دارد که نشت ممکن است هرگونه مزیت انتشار گازهای گلخانه‌ای گاز طبیعی را نسبت به سایر سوخت‌های فسیلی خنثی کند. افزایش فعالیت لرزه‌ای به دنبال شکستگی هیدرولیکی در امتداد گسل‌های غیرفعال یا قبلاً ناشناخته، گاهی اوقات به دلیل دفع عمیق جریان برگشتی شکستگی هیدرولیکی (محصول جانبی چاه‌های شکسته هیدرولیکی)، و تولید آب نمک سازند (محصول جانبی شکستگی و غیره) ایجاد می‌شود. -شکستگی چاه‌های نفت و گاز). به این دلایل، شکستگی هیدرولیک تحت نظارت بین المللی است، در برخی کشورها محدود شده است، و در برخی دیگر به طور کلی ممنوع است. (البته اطلاعات در این خصوص مربوط به ۲۰۱۱ است) اتحادیه اروپا در حال تهیه پیش نویس مقرراتی است که به کاربرد کنترل شده شکستگی هیدرولیکی اجازه می‌دهد.

زمین شناسی

نوشتار اصلی: شکستگی (زمین شناسی)

مکانیک

سنگ‌های شکسته در اعماق زیاد به دلیل وزن لایه‌های سنگی پوشاننده و سیمان شدن سازند اغلب توسط فشار سرکوب می‌شوند. این فرآیند سرکوب به ویژه در شکستگی‌های "کششی" (حالت ۱) که نیاز به حرکت دیواره‌های شکستگی در برابر این فشار دارند، مهم است. شکستگی زمانی اتفاق می‌افتد که استرس مؤثر با فشار مایعات درون سنگ غلبه کند. حداقل تنش اصلی کششی می‌شود و از مقاومت کششی ماده بیشتر می‌شود. شکستگی‌هایی که به این ترتیب ایجاد می‌شوند، عموماً در صفحه‌ای عمود بر حداقل تنش اصلی قرار می‌گیرند و به همین دلیل می‌توان از شکستگی‌های هیدرولیکی در چاه‌ها برای تعیین جهت تنش‌ها استفاده کرد. در مثال‌های طبیعی، مانند دایک‌ها یا شکستگی‌های پر از رگ، جهت‌گیری‌ها را می‌توان برای استنتاج وضعیت‌های گذشته استرس استفاده کرد.

رگها

بیشتر سیستم‌های ورید معدنی نتیجه شکستگی‌های طبیعی مکرر در طول دوره‌های فشار سیال منفذی نسبتاً بالا هستند. تأثیر فشار بالای سیال منفذی بر فرآیند تشکیل سیستم‌های ورید معدنی به‌ویژه در رگه‌های «ترک سیل» مشهود است، که در آن مواد ورید بخشی از یک سری رویدادهای گسستگی گسسته است و مواد ورید اضافی در هر موقعیتی رسوب می‌کنند. یکی از نمونه‌های شکست‌های طبیعی مکرر طولانی‌مدت در اثرات فعالیت لرزه‌ای است. سطح استرس به طور دوره‌ای افزایش و کاهش می‌یابد، و زلزله‌ها می‌توانند باعث خارج شدن حجم زیادی از آب پیوندی از شکستگی‌های پر از مایع شوند.

این فرآیند به عنوان «پمپ‌زنی لرزه‌ای» شناخته می‌شود.

دایک

نفوذهای جزئی در قسمت بالایی پوسته مانند دایک ها به صورت ترک های پر از مایع منتشر می شوند. در چنین مواردی، مایع ماگما است. در سنگهای رسوبی با محتوای آب قابل توجه، سیال در نوک شکستگی بخار خواهد بود.

تاریخچه

پیش سازها

عملیات شکستگی هالیبرتون در سازند باکن، داکوتای شمالی، ایالات متحده

شکستگی به عنوان روشی برای تحریک چاه های نفتی سنگ های کم عمق و سخت به دهه ۱۸۶۰ برمی گردد. انفجارهای دینامیت یا نیتروگلیسرین برای افزایش تولید نفت و گاز طبیعی از سازندهای نفتی استفاده شد. در ۲۴ آوریل ۱۸۶۵، سرهنگ کهنه سرباز جنگ داخلی ایالات متحده، سرهنگ ادوارد ال رابرتز، حق اختراع یک "ژدر در حال انفجار" را دریافت کرد. در پتسیلوانیا، نیویورک، کنتاکی و ویرجینیای غربی با استفاده از مایع و همچنین، بعداً، نیتروگلیسرین جامد شده استفاده شد. بعدها هنوز همین روش برای چاه های آب و گاز اعمال شد. تحریک چاه ها با اسید، به جای مایعات انفجاری، در دهه ۱۹۳۰ معرفی شد. به دلیل اچ کردن با اسید، شکستگی ها به طور کامل بسته نمی شوند و در نتیجه افزایش بهره وری بیشتر می شود.

کاربردهای قرن بیستم

هارولد هام، اوبری مک کلندون، تام وارد و جورج پی میچل هر کدام پیشگامان نوآوری های شکست هیدرولیکی در جهت کاربردهای عملی هستند.

چاه های نفت و گاز

رابطه بین عملکرد چاه و فشار تصفیه توسط فلوید فاریس از شرکت نفت و گاز استانولیند مورد مطالعه قرار گرفت. این مطالعه اساس اولین آزمایش شکست هیدرولیکی بود که در سال ۱۹۴۷ در میدان گازی هوگوتون در شهرستان گرانت در جنوب غربی کانزاس توسط استانولیند انجام شد. برای تصفیه چاه، ۱۰۰۰ گالن آمریکا (۳۸۰۰ لیتر؛ ۸۳۰ میلی لیتر) بنزین ژل شده (در اصل ناپالم) و شن و ماسه از رودخانه آرکانزاس به سازند سنگ آهک تولید کننده گاز در ارتفاع ۲۴۰۰ فوتی (۷۳۰ متری) تزریق شد. آزمایش چندان موفقیت آمیز نبود زیرا قابلیت تحویل چاه تغییر محسوسی نداشت. این فرآیند توسط J.B. Clark از Stanolind در مقاله خود منتشر شده در سال ۱۹۴۸ توضیح داده شد. حق اختراع این فرآیند در سال ۱۹۴۹ صادر شد و مجوز انحصاری به شرکت سیمان چاه نفت هالیبرتون اعطا شد. در ۱۷ مارس ۱۹۴۹، هالیبرتون اولین دو درمان تجاری شکستگی هیدرولیکی را در شهرستان استنفز، اوکلاهاما، و شهرستان

آرچر، تگزاس انجام داد. از آن زمان، شکست هیدرولیک برای تحریک تقریباً یک میلیون چاه نفت و گاز در رژیم‌های زمین‌شناسی مختلف با موفقیت خوب استفاده شده است.

برخلاف شکستگی هیدرولیکی در مقیاس بزرگ که در سازندهای با نفوذپذیری کم استفاده می‌شود، درمان‌های شکستگی هیدرولیکی کوچک معمولاً در سازندهای با نفوذپذیری بالا برای اصلاح "آسیب پوستی" استفاده می‌شوند، یک ناحیه با نفوذپذیری پایین که گاهی در فصل مشترک سنگ و چاله ایجاد می‌شود. در چنین مواردی، شکستگی ممکن است تنها چند فوت از گمانه گسترش یابد.

در اتحاد جماهیر شوروی، اولین شکست هیدرولیکی در سال ۱۹۵۲ انجام شد. کشورهای دیگر در اروپا و شمال آفریقا متعاقباً از تکنیک‌های شکست هیدرولیکی از جمله نروژ، لهستان، چکسلواکی (قبل از ۱۹۸۹)، یوگسلاوی (قبل از ۱۹۹۱)، مجارستان، اتریش، فرانسه و فرانسه استفاده کردند. ایتالیا، بلغارستان، رومانی، ترکیه، تونس و الجزایر.

شکستگی عظیم

شکستگی هیدرولیکی عظیم (همچنین به عنوان شکست هیدرولیکی با حجم بالا شناخته می‌شود) تکنیکی است که برای اولین بار توسط پان امریکن پترولیوم در شهرستان استنفز، اوکلاهاما، ایالات متحده در سال ۱۹۶۸ استفاده شد.

زمین‌شناسان آمریکایی به تدریج متوجه شدند که حجم عظیمی از ماسه سنگ‌های اشباع شده با گاز با نفوذپذیری بسیار کم (معمولاً کمتر از ۰.۱ میلیدارسی) برای بازیابی اقتصادی گاز وجود دارد. با شروع از سال ۱۹۷۳، شکستگی عظیم هیدرولیکی در هزاران چاه گاز در حوضه سان خوان، حوضه دنور، حوضه پیسنس، و حوضه رودخانه گرین، و در دیگر سازندهای سنگ سخت در غرب ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت. دیگر چاه‌های ماسه‌سنگ تنگ در ایالات متحده که از نظر اقتصادی به دلیل شکستگی‌های هیدرولیکی بسیار مقرون به صرفه هستند، در ماسه‌سنگ کلینتون-مدینا (اوهاو، پنسیلوانیا، و نیویورک) و ماسه‌سنگ دره پنبه (تگزاس و لوئیزیانا) بودند.

شکستگی عظیم هیدرولیکی به سرعت در اواخر دهه ۱۹۷۰ به غرب کانادا، روتلیجند و ماسه سنگ‌های گازدار کربنیفر در آلمان، هلند (میادین گازی خشکی و فراساحلی)، و انگلستان در دریای شمال گسترش یافت.

چاه‌های افقی نفت یا گاز تا اواخر دهه ۱۹۸۰ غیرعادی بودند. سپس، اپراتورها در تگزاس شروع به تکمیل هزاران چاه نفت با حفاری افقی در گچ آستین کردند، و درمان‌های عظیم شکستگی هیدرولیکی آب لغزنده را به چاه‌ها انجام دادند. چاه‌های افقی در تولید نفت از گچ محکم بسیار مؤثرتر از چاه‌های عمودی بودند؛

بسترهای رسوبی معمولاً تقریباً افقی است، بنابراین چاههای افقی مناطق تماس بسیار بزرگتری با سازند هدف دارند.

عملیات شکست هیدرولیک از اواسط دهه ۱۹۹۰، زمانی که پیشرفت های تکنولوژیکی و افزایش قیمت گاز طبیعی این تکنیک را از نظر اقتصادی مقرون به صرفه کرد، به طور تصاعدی رشد کرده است.

شیل

شکست هیدرولیکی شیل ها حداقل به سال ۱۹۶۵ باز می گردد، زمانی که برخی از اپراتورها در میدان گازی بیگ سندی در شرق کنتاکی و جنوب ویرجینیای غربی شروع به شکستن هیدرولیکی شیل اوهایو و شیل کلیولند با استفاده از قطعات نسبتاً کوچک کردند. مشاغل فراکس به طور کلی تولید را افزایش دادند، به ویژه از چاه های کم بازده.

در سال ۱۹۷۶، دولت ایالات متحده پروژه شیل گاز شرقی را آغاز کرد که شامل پروژه های نمایشی شکست هیدرولیک دولتی-خصوصی متعددی بود. در همان دوره، مؤسسه تحقیقات گاز، یک کنسرسیوم تحقیقاتی صنعت گاز، تأییدیه تحقیقات و بودجه را از کمیسیون تنظیم مقررات انرژی فدرال دریافت کرد.

در سال ۱۹۹۷، نیک اشتاین برگر، مهندس میچل انرژی (در حال حاضر بخشی از انرژی دوون)، روش شکستن آب لغزنده را با استفاده از آب بیشتر و فشار پمپ بالاتر نسبت به تکنیک های شکست قبلی، که در تگزاس شرقی در شیل بارنت در شمال تگزاس استفاده می شد، به کار برد. در سال ۱۹۹۸، زمانی که ۹۰ روز اول تولید گاز از چاهی به نام S.H. گریفین شماره ۳ از تولید چاه های قبلی شرکت فراتر رفت این تکنیک تکمیل جدید استخراج گاز را به طور گسترده ای در شیل بارنت مقرون به صرفه کرد و بعداً در شیل های دیگر از جمله ایگل فورد و شیل باکن استفاده شد. جرج پی. اولین چاه افقی در بارنت شیل در سال ۱۹۹۱ حفر شد، اما به طور گسترده در بارنت انجام نشد تا زمانی که نشان داده شد که می توان گاز را از نظر اقتصادی از چاه های عمودی در بارنت استخراج کرد.

از سال ۲۰۱۳، شکست هیدرولیکی عظیم در مقیاس تجاری برای شیل در ایالات متحده، کانادا و چین اعمال می شود. چندین کشور دیگر در حال برنامه ریزی برای استفاده از شکستگی هیدرولیکی هستند.

فرآیند

برای اطلاعات بیشتر در مورد دلایل انجام شکستگی، به مخزن غیر متعارف (نفت و گاز) § تفاوت های اساسی بین مخازن معمولی و غیر متعارف مراجعه کنید.

طبق گفته آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (EPA)، شکستگی هیدرولیکی فرآیندی برای تحریک یک چاه گاز طبیعی، نفت یا زمین گرمایی برای به حداکثر رساندن استخراج است. EPA فرآیند گسترده‌تری را شامل دستیابی به آب منبع، ساخت چاه، تحریک چاه و دفع زباله تعریف می‌کند.

روش

یک شکست هیدرولیکی با پمپاژ سیال شکستگی به داخل چاه با سرعت کافی برای افزایش فشار در عمق هدف (که توسط محل سوراخ‌های پوشش چاه تعیین می‌شود) ایجاد می‌شود تا از گرادیان شکست (شیب فشار) سنگ بیشتر شود. [۶۷] گرادیان شکست به عنوان افزایش فشار در واحد عمق نسبت به چگالی تعریف می‌شود و معمولاً بر حسب پوند بر اینچ مربع، در هر فوت (psi/ft) اندازه‌گیری می‌شود. سنگ ترک می‌خورد و مایع شکست در سنگ نفوذ می‌کند و شکاف را بیشتر و بیشتر می‌کند و غیره. شکستگی‌ها با کاهش فشار با سرعت از دست دادن اصطکاک، که نسبت به فاصله از چاه است، موضعی می‌شوند. اپراتورها معمولاً سعی می‌کنند با وارد کردن ماده‌ای مانند دانه‌های شن، سرامیک یا ذرات دیگر، "عرض شکست" را حفظ کنند یا کاهش آن را پس از درمان کاهش دهند، بنابراین از بسته شدن شکستگی‌ها در صورت توقف تزریق جلوگیری می‌کنند. و فشار برداشته شد. توجه به استحکام پایه و جلوگیری از شکست آن در اعماق بیشتر که فشار و تنش بر روی شکستگی‌ها بیشتر است اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. شکستگی به اندازه کافی نفوذپذیر است تا جریان گاز، نفت، آب نمک و مایعات شکست هیدرولیکی را به چاه اجازه دهد.

در طول فرآیند، نشت مایع شکستگی (از دست دادن مایع شکستگی از کانال شکست به سنگ نفوذپذیر اطراف) رخ می‌دهد. اگر کنترل نشود، می‌تواند از ۷۰ درصد حجم تزریق شده فراتر رود. این ممکن است منجر به آسیب ماتریس سازند، برهمکنش نامطلوب سیال سازند، و تغییر هندسه شکستگی شود و در نتیجه کارایی را کاهش دهد.

محل یک یا چند شکستگی در طول چاه به شدت با روش‌های مختلفی کنترل می‌شود که سوراخ‌هایی را در کنار چاه ایجاد یا آب بندی می‌کند. شکستگی هیدرولیکی در سوراخ‌های چاه‌دار انجام می‌شود و مناطقی که باید شکسته شوند با سوراخ کردن پوشش در آن مکان‌ها قابل دسترسی هستند.

تجهیزات شکست هیدرولیک مورد استفاده در میادین نفت و گاز طبیعی معمولاً از یک مخلوط کن دوغاب، یک یا چند پمپ شکستگی با فشار بالا و حجم بالا (معمولاً پمپ‌های سه پلکس یا پنج پلکس قدرتمند) و یک واحد نظارت تشکیل شده است. تجهیزات مرتبط شامل مخازن شکست، یک یا چند واحد برای ذخیره سازی و جابجایی پروپان است، آهن تصفیه فشار بالا [توضیحات لازم]، یک واحد افزودنی شیمیایی (برای نظارت دقیق بر مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد)، شیلنگ فرکینگ (شیلنگ‌های انعطاف‌پذیر کم فشار)، و بسیاری از گیج‌ها و مترها برای سرعت جریان، چگالی سیال و فشار تصفیه مواد افزودنی شیمیایی معمولاً ۵،۰ درصد از حجم کل سیال را تشکیل می‌دهند. تجهیزات شکستن در محدوده‌ای از فشارها و

نرخ‌های تزریق عمل می‌کنند و می‌توانند تا ۱۰۰ مگا پاسکال (۱۵۰۰۰ psi) و ۲۶۵ لیتر در ثانیه (۹,۴ فوت مکعب در ثانیه؛ ۱۳۳ bbl/min ایالات متحده) برسند.

انواع چاه

می‌توان بین شکست هیدرولیکی معمولی و کم حجم، که برای تحریک مخازن با نفوذپذیری بالا برای یک چاه استفاده می‌شود، و شکست هیدرولیکی غیر متعارف با حجم بالا، که در تکمیل چاه‌های گاز تنگ و گاز شیل استفاده می‌شود، تمایز قائل شد. شکست هیدرولیکی با حجم بالا معمولاً به فشارهای بالاتری نسبت به شکستگی با حجم کم نیاز دارد. فشارهای بالاتری برای بیرون راندن حجم بیشتری از سیال و مواد محرک که دورتر از گمانه امتداد دارند، مورد نیاز است.

حفاری افقی شامل سوراخ‌های چاه با یک سوراخ حفاری انتهایی است که به صورت "جانبی" تکمیل شده است که به موازات لایه سنگ حاوی ماده مورد استخراج امتداد می‌یابد. به عنوان مثال، امتداد جانبی ۱۵۰۰ تا ۵۰۰۰ فوت (۴۶۰ تا ۱۵۲۰ متر) در حوضه بارنت شیل در تگزاس و تا ۱۰۰۰۰ فوت (۳۰۰۰ متر) در سازند باکن در داکوتای شمالی است. در مقابل، یک چاه عمودی فقط به ضخامت لایه سنگ، معمولاً ۵۰-۳۰۰ فوت (۱۵-۹۱ متر) دسترسی دارد. حفاری افقی اختلالات سطح را کاهش می‌دهد زیرا چاه‌های کمتری برای دسترسی به همان حجم سنگ مورد نیاز است.

حفاری اغلب فضاهای منافذ دیواره چاه را مسدود می‌کند و نفوذپذیری را در و نزدیک چاه کاهش می‌دهد. این جریان را از سازند سنگ اطراف به داخل گمانه کاهش می‌دهد و تا حدی چاه را از سنگ اطراف می‌بندد. شکستگی هیدرولیکی کم حجم می‌تواند برای بازیابی نفوذپذیری استفاده شود.

مایعات شکافنده

آماده سازی مخازن آب برای شکستگی هیدرولیکی

مقاله‌های اصلی: پایه‌های شکست هیدرولیک و فهرست مواد افزودنی برای شکستگی هیدرولیک

هدف اصلی سیال شکستگی گسترش شکستگی‌ها، افزودن روغن کاری، تغییر استحکام ژل و حمل مواد به داخل سازند است. دو روش برای انتقال مواد در سیال وجود دارد - سرعت بالا و ویسکوزیته بالا. شکستگی با ویسکوزیته بالا تمایل به ایجاد شکستگی‌های غالب بزرگ دارد، در حالی که شکستگی‌های با سرعت بالا (Slickwater) باعث شکستگی‌های کوچک گسترده می‌شود

عوامل ژل‌کننده محلول در آب (مانند صمغ گوار) ویسکوزیته را افزایش می‌دهند و به طور موثر ماده را به داخل سازند می‌رسانند.

سیال معمولاً دوغابی از آب، مواد افزودنی شیمیایی و مواد افزودنی است. علاوه بر این، ژل ها، فوم ها و گازهای فشرده از جمله نیتروژن، دی اکسید کربن و هوا می توانند تزریق شوند. به طور معمول، ۹۰٪ از سیال آب و ۹،۵٪ ماسه است و افزودنی های شیمیایی حدود ۰،۵٪ است. با این حال، سیالات شکست با استفاده از گاز مایع (LPG) و پروپان توسعه یافته اند. این فرآیند شکستگی بدون آب نامیده می شود.

هنگامی که پروپان استفاده می شود توسط فشار بالا و دمای بالا به بخار تبدیل می شود. بخار پروپان و گاز طبیعی هر دو به سطح برمی گردند و می توان آنها را جمع آوری کرد، که استفاده مجدد و/یا فروش مجدد آن را [توضیحات لازم] آسان تر می کند. هیچ یک از مواد شیمیایی استفاده شده به سطح بر نمی گردد. فقط پروپان استفاده شده از آنچه در این فرآیند استفاده شده است، برمی گردد.

پروپانت ماده ای دانه ای است که از بسته شدن شکستگی های ایجاد شده پس از درمان شکستگی جلوگیری می کند. انواع پروپانت شامل ماسه سیلیس، ماسه روکش شده با رزین، بوکسیت و سرامیک های ساخت بشر می باشد. انتخاب ماده به نوع نفوذ پذیری یا استحکام دانه مورد نیاز بستگی دارد. در برخی سازندها، که فشار به اندازه کافی برای خرد کردن دانه های شن سیلیس طبیعی زیاد است، ممکن است از مواد مقاوم تر مانند بوکسیت یا سرامیک استفاده شود. متداول ترین ماده محافظ مورد استفاده، ماسه سیلیسی است، اگرچه اعتقاد بر این است که مواد با اندازه و شکل یکنواخت، مانند مواد سرامیکی مؤثرتر هستند.

نقشه USGS استفاده از آب از شکست هیدرولیک بین سال های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۴. یک متر مکعب آب ۲۶۴،۱۷۲ گالن است.

سیال شکست بسته به نوع شکست مورد نظر، شرایط چاه های خاص در حال شکست و ویژگی های آب متفاوت است. این مایع می تواند بر پایه ژل، فوم یا بر پایه آب صاف باشد. انتخاب سیالات معاوضه هستند: مایعات چسبناک تر، مانند ژل ها، در نگه داشتن مواد در حالت تعلیق بهتر هستند. در حالی که سیالات با چسبندگی کمتر و اصطکاک کمتر، مانند آب لغزنده، به سیال اجازه می دهند تا با سرعت بیشتری پمپ شود تا شکستگی در فاصله دورتری از چاه ایجاد شود. خواص مواد مهم سیال شامل ویسکوزیته، pH، عوامل مختلف رئولوژیکی و غیره است.

آب با ماسه و مواد شیمیایی مخلوط می شود تا مایع شکست هیدرولیکی ایجاد شود. تقریباً ۴۰۰۰۰ گالن مواد شیمیایی در هر شکستگی استفاده می شود. در درمان شکستگی معمولی از ۳ تا ۱۲ ماده شیمیایی افزودنی استفاده می شود. اگرچه وجود دارد e ممکن است سیال های شکست غیر متعارف باشند، افزودنی های شیمیایی معمولی می توانند شامل یک یا چند مورد از موارد زیر باشند:

اسیدها - اسید کلریدریک یا اسید استیک در مرحله پیش از شکست برای تمیز کردن سوراخ ها و ایجاد شکاف در سنگ نزدیک چاه استفاده می شود..

کلرید سدیم (نمک) - تجزیه زنجیره های پلیمری ژل را به تاخیر می اندازد.

پلی آکریل آمید و سایر کاهنده های اصطکاک، آشفتگی در جریان سیال و اصطکاک لوله را کاهش می دهند، بنابراین به پمپ ها اجازه می دهند با سرعت بالاتری بدون فشار بیشتر روی سطح پمپ کنند.

اتیلن گلیکول - از تشکیل رسوبات رسوب در لوله جلوگیری می کند.

نمک های بورات - برای حفظ ویسکوزیته سیال در طول افزایش دما استفاده می شود.

کربنات های سدیم و پتاسیم - برای حفظ اثربخشی پیوندهای عرضی استفاده می شوند.

گلو تار آلدئید - یک بیوساید که از خوردگی لوله در اثر فعالیت میکروبی جلوگیری می کند.

صمغ گوار و سایر عوامل ژل کننده محلول در آب - ویسکوزیته سیال شکسته را افزایش می دهد تا ماده را به طور موثرتر به سازند برساند.

اسید سیتریک - برای جلوگیری از خوردگی استفاده می شود.

ایزوپروپانول - برای زمستان کردن مواد شیمیایی به منظور اطمینان از یخ زدن آنها استفاده می شود.

رایج ترین ماده شیمیایی مورد استفاده برای شکستگی هیدرولیکی در ایالات متحده در سال های ۲۰۰۵-۲۰۰۹ متانول بود، در حالی که برخی از مواد شیمیایی دیگر که به طور گسترده مورد استفاده قرار می گرفتند ایزوپروپیل الکل، ۲-بوتوکسی اتانول و اتیلن گلیکول بودند.

انواع مایعات معمولی عبارتند از:

ژل های خطی معمولی این ژل ها مشتقات سلولز (کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی اتیل سلولز، کربوکسی متیل هیدروکسی اتیل سلولز، هیدروکسی پروپیل سلولز، هیدروکسی اتیل متیل سلولز)، گوار یا مشتقات آن (هیدروکسی پروپیل گوار، کربوکسی متیل هیدروکسی پروپیل با سایر مواد شیمیایی مورد نیاز) هستند.

مایعات متقاطع بورات. اینها مایعات مبتنی بر گوار هستند که با یونهای بور (از محلول آبی بوراکس/اسید بوریک) پیوند متقابل دارند. این ژل ها در pH 9 به بعد ویسکوزیته بالاتری دارند و برای حمل مواد به کار می روند. پس از شکستن، pH به ۳-۴ کاهش می یابد تا اتصالات متقابل شکسته شود و ژل چسبناک کمتری داشته باشد و بتوان آن را به بیرون پمپ کرد.

سیالات متقاطع آلی فلزی - نمک های زیرکونیوم، کروم، آنتیموان، تیتانیوم - به عنوان اتصال عرضی ژل های مبتنی بر گوار شناخته شده اند. مکانیسم اتصال عرضی برگشت پذیر نیست، بنابراین هنگامی که

پروپانت همراه با ژل اتصال عرضی به پایین پمپ می شود، قسمت شکستگی انجام می شود. ژل ها با شکن های مناسب تجزیه می شوند. [توضیحات لازم]

ژل های روغن آلومینیوم فسفات استر. روغن های فسفات آلومینیوم و استر دوغاب می شوند تا ژل متقاطع تشکیل شود. اینها یکی از اولین سیستم های ژل سازی شناخته شده هستند.

برای مایعات آب لغزنده استفاده از جاروها رایج است. جاروها کاهش موقتی در غلظت مواد هستند که به اطمینان حاصل می شود که چاه با مواد مغلوب غرق نمی شود. با ادامه فرآیند شکست، عوامل کاهش دهنده ویسکوزیته مانند اکسید کننده ها و آنزیم شکن ها گاهی به مایع شکستگی اضافه می شوند تا عوامل ژل کننده را غیرفعال کنند و جریان برگشت را تشویق کنند. چنین اکسید کننده هایی با ژل واکنش نشان می دهند و تجزیه می کنند و ویسکوزیته سیال را کاهش می دهند و اطمینان می دهند که هیچ ماده ای از شکل گیری خارج نمی شود. یک آنزیم به عنوان یک کاتالیزور برای تجزیه ژل عمل می کند. گاهی اوقات از اصلاح کننده های pH برای شکستن پیوند متقابل در پایان کار شکست هیدرولیکی استفاده می شود، زیرا بسیاری از آنها برای چسبناک ماندن به یک سیستم بافر pH نیاز دارند. در پایان کار، چاه معمولاً با آب تحت فشار شسته می شود (گاهی اوقات با یک ماده شیمیایی کاهنده اصطکاک مخلوط می شود). مقداری (و نه همه) مایع تزریق شده بازایی می شود. این سیال با چندین روش مدیریت می شود، از جمله کنترل تزریق زیرزمینی، تصفیه، تخلیه، بازیافت و نگهداری موقت در چاله ها یا ظروف. فن آوری جدید به طور مداوم در حال توسعه برای مدیریت بهتر فاضلاب و بهبود قابلیت استفاده مجدد است.

پایش شکستگی

اندازه گیری فشار و سرعت در طول رشد یک شکستگی هیدرولیک، با آگاهی از خواص سیال و مواد اولیه تزریق شده به چاه، رایج ترین و ساده ترین روش نظارت بر درمان شکستگی هیدرولیک را فراهم می کند. این داده ها همراه با دانش زمین شناسی زیرزمینی می توانند برای مدل سازی اطلاعاتی مانند طول، عرض و رسانایی یک شکستگی تکیه یافته استفاده شوند.

پایش رادیونوکلئید

مقاله اصلی: شکستگی هیدرولیک و رادیونوکلئیدها

تزریق ردیاب های رادیواکتیو همراه با مایع شکست گاهی اوقات برای تعیین مشخصات تزریق و محل شکستگی های ایجاد شده استفاده می شود. ردیاب های رادیویی به گونه ای انتخاب می شوند که تشعشع قابل تشخیص آسان، خواص شیمیایی مناسب و نیمه عمر و سطح سمیت داشته باشند که آلودگی اولیه و باقیمانده را به حداقل برساند. ایزوتوپ های رادیواکتیو که از نظر شیمیایی به دانه های شیشه (ماسه) و/یا رزین پیوند دارند نیز ممکن است برای ردیابی شکستگی ها تزریق شوند. به عنوان مثال، گلوله های پلاستیکی

پوشش داده شده با ۱۰ GBq از Ag-110 میلی متر ممکن است به محفظه اضافه شود، یا شن و ماسه ممکن است با Ir-192 برچسب گذاری شود، به طوری که بتوان پیشرفت آن را کنترل کرد. [آردیاب های رادیویی مانند Tc-99m a

nd I-131 نیز برای اندازه گیری نرخ جریان استفاده می شود. کمیسیون تنظیم مقررات هسته ای دستورالعمل هایی را منتشر می کند که طیف وسیعی از مواد رادیواکتیو را در اشکال جامد، مایع و گاز فهرست می کند که ممکن است به عنوان ردیاب مورد استفاده قرار گیرند و میزان مصرف در هر تزریق و در هر چاه رادیونوکلئید را محدود می کند.

یک تکنیک جدید در نظارت خوب شامل کابل های فیبر نوری در خارج از پوشش است. با استفاده از فیبر نوری، دما را می توان در هر پا در امتداد چاه اندازه گیری کرد - حتی زمانی که چاه ها شکسته و پمپ می شوند. با نظارت بر دمای چاه، مهندسان می توانند میزان استفاده از مایع شکست هیدرولیکی در قسمت های مختلف چاه و همچنین مقدار گاز طبیعی یا نفت را که در حین عملیات شکست هیدرولیکی و زمانی که چاه در حال تولید است، جمع آوری می کنند، تعیین کنند. [نیازمند منبع]

پایش ریز لرزه ای

برای کاربردهای پیشرفته تر، گاهی اوقات از پایش ریز لرزه ای برای تخمین اندازه و جهت شکستگی های ناشی از آن استفاده می شود. فعالیت ریز لرزه ای با قرار دادن مجموعه ای از ژئوفون ها در چاه نزدیک اندازه گیری می شود. با ترسیم موقعیت هر رویداد لرزه ای کوچک مرتبط با شکستگی در حال رشد، هندسه تقریبی شکستگی استنباط می شود. آرایه های شیب سنج مستقر در سطح یا پایین چاه، فناوری دیگری را برای نظارت بر فشار ارائه می کنند.

نقشه برداری ریز لرزه ای از نظر ژئوفیزیک بسیار شبیه به زلزله شناسی است. در لرزه شناسی زلزله، لرزه سنج های پراکنده در سطح زمین یا نزدیک آن، امواج S و P را ثبت می کنند که در هنگام وقوع زلزله منتشر می شوند. این اجازه می دهد تا حرکت [توضیحات مورد نیاز] در امتداد صفحه گسل تخمین زده شود و موقعیت آن در زیر سطح زمین نقشه برداری شود. شکست هیدرولیکی، افزایش تنش تشکیل متناسب با فشار خالص شکست، و همچنین افزایش فشار منفذی به دلیل نشتی. افزایش فشار آب حفره ای و تنش تشکیل، نقاط ضعف نزدیک شکستگی هیدرولیک، مانند شکستگی های طبیعی، مفاصل و صفحات بستر را با هم ترکیب می کند و تأثیر می گذارد.

روش های مختلف خطاهای مکان [توضیحات لازم] و مزایای متفاوتی دارند. دقت نقشه برداری رویداد ریز لرزه ای به نسبت سیگنال به نویز و توزیع حسگرها بستگی دارد. دقت رویدادهای واقع شده توسط وارونگی لرزه ای توسط حسگرهایی که در آزمون های متعدد از گمانه نظارت شده قرار می گیرند، بهبود می یابد.

در یک مکان آرایه پایین چاه، دقت رویدادها با نزدیک شدن به گمانه نظارت شده (نسبت سیگنال به نویز بالا) بهبود می یابد.

پایش رویدادهای ریز لرزه‌ای ناشی از تحریک مخزن [توضیحات لازم] به یک جنبه کلیدی در ارزیابی شکستگی‌های هیدرولیکی و بهینه‌سازی آنها تبدیل شده است. هدف اصلی پایش شکست هیدرولیک، مشخص کردن کامل ساختار شکست القا شده و توزیع رسانی در یک سازند است. تجزیه و تحلیل ژئومکانیکی، مانند درک خواص مواد سازنده، شرایط درجا، و هندسه، با ارائه تعریف بهتری از محیطی که شبکه شکستگی در آن منتشر می‌شود، به نظارت کمک می‌کند. وظیفه بعدی این است که محل پروپانت در شکستگی و توزیع رسانی شکست را بدانیم. این می‌تواند با استفاده از چندین نوع تکنیک نظارت شود تا در نهایت یک مدل مخزن ایجاد شود تا اینکه به طور دقیق عملکرد چاه را پیش بینی کند.

تکمیل های افقی

از اوایل دهه ۲۰۰۰، پیشرفت‌ها در فناوری حفاری و تکمیل، چاه‌های افقی را بسیار مقرون به صرفه‌تر کرده است. چاه‌های افقی نسبت به چاه‌های عمودی معمولی اجازه می‌دهد تا در معرض سازند قرار بگیرند. این امر به ویژه در سازندهای شیلی که دارای نفوذپذیری کافی برای تولید اقتصادی با چاه عمودی نیستند مفید است. چنین چاه‌هایی که در خشکی حفر می‌شوند، در حال حاضر معمولاً در چندین مرحله به‌ویژه در آمریکای شمالی دچار شکستگی هیدرولیکی می‌شوند. نوع تکمیل سوراخ چاه برای تعیین اینکه یک سازند چند بار شکسته می‌شود و در چه مکان‌هایی در امتداد بخش افقی استفاده می‌شود.

در آمریکای شمالی، مخازن شیل مانند Marcellus, Haynesville, Montney, Barnett, Bakken و اخیراً شیل‌های Eagle Ford, Niobrara و Utica به صورت افقی در فواصل تولید حفاری می‌شوند، تکمیل و شکسته می‌شوند. شکستگی‌هایی که در امتداد سوراخ چاه قرار می‌گیرند معمولاً با یکی از دو روش به دست می‌آیند که به نام‌های "plug and perf" و "sliding sleeve" شناخته می‌شوند.

سوراخ چاه برای یک کار پلاگین و پرف معمولاً از روکش فولادی استاندارد، سیمانی یا بدون سیمان تشکیل شده است که در سوراخ حفر شده قرار می‌گیرد. هنگامی که دکل حفاری برداشته شد، از یک کامیون سیمی برای سوراخ کردن نزدیک کف چاه استفاده می‌شود و سپس مایع شکستگی پمپ می‌شود. سپس کامیون سیمی یک دوشاخه را در چاه قرار می‌دهد تا به طور موقت آن بخش را ببندد تا بتوان بخش بعدی چاه را درمان کرد. مرحله دیگری پمپ می‌شود و این روند در طول طول افقی تکرار می‌شود هفتم چاه.

سوراخ چاه برای تکنیک آستین لغزشی [شفاف سازی مورد نیاز] متفاوت است به این دلیل که آستین‌های لغزنده در فواصل تنظیم شده در پوشش فولادی در زمانی که در جای خود قرار می‌گیرند، قرار می‌گیرند. آستین‌های کشویی معمولاً در این زمان همه بسته هستند. هنگامی که چاه قرار است شکسته شود، آستین لغزشی پایینی با استفاده از یکی از چندین تکنیک فعال سازی [نیازمند منبع] باز می‌شود و مرحله اول

پمپ می شود. پس از اتمام، آستین بعدی باز می شود و همزمان مرحله قبل جدا می شود و روند تکرار می شود. برای روش آستین کشویی، معمولاً به خط سیمی نیازی نیست. [نیازمند منبع]

آستین

این تکنیک‌های تکمیل ممکن است در صورت نیاز اجازه پمپاژ بیش از ۳۰ مرحله به بخش افقی یک چاه را بدهد، که بسیار بیشتر از پمپاژ معمولی به یک چاه عمودی است که دارای پاهای کمتری از منطقه تولید است.

شکست هیدرولیک برای افزایش سرعت بازیابی موادی مانند نفت یا گاز طبیعی از مخازن طبیعی زیرزمینی استفاده می شود. مخازن معمولاً ماسه‌سنگ‌های متخلخل، سنگ‌های آهکی یا سنگ‌های دولومیت هستند، اما شامل «مخزن‌های غیرمتعارف» مانند سنگ‌های شیل یا بستر زغال‌سنگ نیز می‌شوند. شکستگی هیدرولیکی استخراج گاز طبیعی و نفت را از سازندهای سنگی در اعماق زیر سطح زمین (معمولاً ۲۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متر (۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ فوت)) امکان پذیر می کند که بسیار پایین تر از سطح مخزن آب زیرزمینی معمولی است. در چنین عمقی، ممکن است نفوذپذیری یا فشار مخزن کافی برای اجازه دادن به گاز طبیعی و نفت از سنگ به داخل چاه در بازگشت اقتصادی بالا وجود نداشته باشد. بنابراین، ایجاد شکستگی‌های رسانا در سنگ در استخراج از مخازن شیل غیرقابل نفوذ طبیعی مؤثر است. نفوذپذیری در محدوده میکرودراسی تا نانودراسی اندازه گیری می شود. [شکستگی یک مسیر رسانا است که حجم بیشتری از مخزن را به چاه متصل می کند. به اصطلاح "سوپر شکستن" شکاف های عمیق تری در سازند سنگ ایجاد می کند تا نفت و گاز بیشتری آزاد کند و کارایی را افزایش دهد. عملکرد چاه‌های معمولی شیل معمولاً پس از یک یا دو سال اول کاهش می‌یابد، اما عمر اوج تولید چاه را می‌توان تا چندین دهه افزایش داد.

مصارف غیر نفتی/گاز

در حالی که کاربرد صنعتی اصلی شکستگی هیدرولیکی در تحریک تولید از چاه های نفت و گاز است، شکست هیدرولیکی نیز اعمال می شود:

برای تحریک چاه های آب زیرزمینی

برای پیش‌شرطی کردن یا القای استخراج غارهای سنگی

به عنوان وسیله ای برای بهبود پسماند، معمولاً ضایعات یا نشت هیدروکربنی

دفع زباله با تزریق در عمق سنگ

برای اندازه گیری استرس در زمین

برای تولید برق در سیستم های زمین گرمایی پیشرفته

برای افزایش نرخ تزریق برای ترسیب زمین شناسی CO₂

برای ذخیره انرژی الکتریکی، هیدروالکتریک ذخیره سازی پمپ شده

از اواخر دهه ۱۹۷۰، شکست هیدرولیک، در برخی موارد، برای افزایش بازده آب آشامیدنی از چاه ها در تعدادی از کشورها، از جمله ایالات متحده، استرالیا، و آفریقای جنوبی استفاده شده است.

اثرات اقتصادی

هزینه های تولید نفت و گاز غیر متعارف همچنان بیشتر از سود است

شکستگی هیدرولیکی به عنوان یکی از روش های کلیدی استخراج نفت و منابع گاز غیرمتعارف دیده می شود. بر اساس گزارش آژانس بین المللی انرژی، باقی مانده منابع فنی قابل بازیافت گاز شیل ۲۰۸ تریلیون متر مکعب (۷۳۰۰ تریلیون فوت مکعب)، گاز تنگ تا ۷۶ تریلیون متر مکعب (۲۷۰۰ تریلیون فوت مکعب) و متان بستر زغال سنگ تا ۴۷ تریلیون متر مکعب (۱۷۰۰ تریلیون فوت مکعب) برآورد شده است. به عنوان یک قاعده، سازندهای این منابع نفوذپذیری کمتری نسبت به سازندهای گازی معمولی دارند. بنابراین، بسته به ویژگی های زمین شناسی سازند، فناوری های خاصی مانند شکستگی هیدرولیکی مورد نیاز است. اگرچه روش های دیگری نیز برای استخراج این منابع وجود دارد، مانند حفاری متعارف یا حفاری افقی، شکست هیدرولیکی یکی از روش های کلیدی است که استخراج آن ها را از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می کند. تکنیک شکستگی چند مرحله ای توسعه گاز شیل و تولید نفت سبک را در ایالات متحده تسهیل کرده است و اعتقاد بر این است که این کار را در کشورهای دیگر با منابع هیدروکربنی غیر متعارف انجام می دهد.

اکثریت بزرگی از مطالعات نشان می دهند که شکستگی هیدرولیکی در ایالات متحده تاکنون یک مزیت اقتصادی مثبت قوی داشته است. [نیازمند منبع] موسسه بروکینگز تخمین می زند که مزایای گاز شیل به تنهایی منجر به سود خالص اقتصادی ۴۸ میلیارد دلار در سال شده است. . بیشتر این مزیت در بخش مصرف کننده و صنعتی به دلیل کاهش قابل توجه قیمت گاز طبیعی است. [مطالعات دیگر نشان داده اند که منافع اقتصادی بیشتر از اثرات خارجی است و هزینه یکسان شده برق (LCOE) از منابع کم کربن و آب فشرده کمتر است.

مزیت اصلی شکست هیدرولیکی جبران واردات گاز طبیعی و نفت است که در غیر این صورت هزینه پرداختی به تولیدکنندگان از اقتصاد داخلی خارج می شود. با این حال، نفت و گاز شیل در ایالات متحده به شدت یارانه می گیرد و هنوز هزینه های تولید را پوشش نداده است به این معنی که هزینه شکست هیدرولیک به عنوان مالیات بر درآمد پرداخت می شود و در بسیاری از موارد تا دو برابر هزینه پرداختی در پمپ.

تحقیقات نشان می‌دهد که چاه‌های شکست هیدرولیکی اثر نامطلوبی بر بهره‌وری کشاورزی در مجاورت چاه‌ها دارند. [یک مقاله نشان می‌دهد که "با حفر چاه در طول ماه‌های فعال کشاورزی در شعاع ۱۱ تا ۲۰ کیلومتری یک شهرستان تولید کننده، بهره‌وری یک محصول آبی ۵,۷٪ کاهش می‌یابد. این اثر با افزایش فاصله بین شهر و چاه‌ها کوچکتر و ضعیف‌تر می‌شود." یافته‌ها حاکی از آن است که معرفی چاه‌های شکست هیدرولیک به آلبرتا به دلیل کاهش بهره‌وری محصول، ۱۴,۸ میلیون دلار در سال ۲۰۱۴ برای استان هزینه داشت.

اداره اطلاعات انرژی وزارت انرژی ایالات متحده تخمین می‌زند که تا سال ۲۰۳۵، ۴۵ درصد از عرضه گاز ایالات متحده از گاز شیل تامین می‌شود (که اکثریت قریب به اتفاق این گاز جایگزین گاز معمولی می‌شود، که ردپای گاز گلخانه‌ای کمتری دارد)

جنبش مردمی و سازمان‌های جامعه مدنی

یک جنبش ضد شکستگی هم در سطح بین‌المللی با مشارکت سازمان‌های بین‌المللی محیط زیست و کشورهایمانند فرانسه و هم به صورت محلی در مناطق آسیب دیده مانند بالکامب در ساسکس که اعتراض حفاری بالکامب در اواسط سال ۲۰۱۳ در جریان بود، پدیدار شد. مخالفت قابل توجه با فعالیت‌های شکست هیدرولیکی در شهرستان‌های محلی در ایالات متحده، شرکت‌ها را به اتخاذ انواع تدابیر روابط عمومی برای اطمینان بخشی به مردم، از جمله استخدام پرسنل نظامی سابق با آموزش عملیات‌های جنگ روانی سوق داده است. به گفته مت پیتزارلا، مدیر ارتباطات Range Resources، کارکنان آموزش دیده در خاورمیانه برای Range Resources در پنسیلوانیا، هنگام برخورد با جلسات شهری دارای بار احساسی و مشاوره به شهرستان‌ها در مورد منطقه بندی و قوانین محلی مربوط به شکستگی هیدرولیکی، ارزشمند بوده‌اند.

اعتراضات زیادی به شکستگی هیدرولیک صورت گرفته است. به عنوان مثال، ده نفر در سال ۲۰۱۳ در جریان تظاهرات ضد شکستگی در نزدیکی نیوماتاموراس، اوهایو، پس از ورود غیرقانونی به یک منطقه توسعه و بستن خود به تجهیزات حفاری دستگیر شدند. [در شمال غربی پنسیلوانیا، یک تیراندازی در یک محل چاه رخ داد که در آن شخصی دو گلوله از یک تفنگ کالیبر کوچک را به سمت یک دکل حفاری شلیک کرد. در شهرستان واشنگتن، پنسیلوانیا، پیمانکاری که بر روی یک خط لوله گاز کار می‌کرد، بمب لوله‌ای را پیدا کرد که در محلی قرار بود خط لوله ساخته شود، که مقامات محلی گفتند اگر آن را کشف و منفجر نمی‌کردند، باعث "فاجعه" می‌شد.

لابی دولت و شرکت‌های ایالات متحده

وزارت امور خارجه ایالات متحده ابتکار جهانی گاز شیل را برای متقاعد کردن دولت‌های سراسر جهان برای دادن امتیاز به شرکت‌های بزرگ نفت و گاز برای راه‌اندازی عملیات فرکینگ تأسیس کرد. یک سند از افشای اسناد دیپلماتیک ایالات متحده نشان می‌دهد که به عنوان بخشی از این پروژه، مقامات ایالات متحده

کنفرانس هایی را برای مقامات دولتی خارجی برگزار کردند که در آن نمایندگان شرکت های بزرگ نفت و گاز و متخصصان روابط عمومی با تخصص در مورد چگونگی کاهش جمعیت هدف ارائه شده بودند. کشورهای که شهروندانشان غالباً با فرک کردن زمین هایشان کاملاً دشمن بودند. پروژه دولت ایالات متحده موفق شد، زیرا بسیاری از کشورها در چندین قاره به ایده اعطای امتیاز برای فرکینگ پیوستند. برای مثال، لهستان موافقت کرد که شرکت های بزرگ نفت و گاز را در نزدیک به یک سوم قلمرو خود اجازه دهد. [بانک صادرات-واردات ایالات متحده، آژانسی از دولت ایالات متحده، ۴,۷ میلیارد دلار برای عملیات فرکینگ که از سال ۲۰۱۰ در کوئینزلند، استرالیا تأسیس شده بود، تأمین مالی کرد.

ادعای حمایت از دولت روسیه

در سال ۲۰۱۴ تعدادی از مقامات اروپایی پیشنهاد کردند که چندین اعتراض بزرگ اروپایی علیه شکستگی هیدرولیک (با موفقیت های متفاوت در لیتوانی و اوکراین) ممکن است تا حدی توسط گازپروم، شرکت گاز دولتی روسیه حمایت شود. نیویورک تایمز پیشنهاد کرد که روسیه صادرات گاز طبیعی خود به اروپا را عنصر کلیدی نفوذ ژئوپلیتیکی خود می داند و این بازار در صورت اتخاذ شکست هیدرولیکی در اروپای شرقی کاهش می یابد، زیرا ذخایر قابل توجهی از گاز شیل در منطقه باز می شود. مقامات روسی در موارد متعدد اظهارات عمومی مبنی بر اینکه شکستگی هیدرولیک "مشکلات زیست محیطی بزرگی ایجاد می کند" بیان کرده اند.

عملیات فرکینگ فعلی

شکستگی هیدرولیک در حال حاضر در ایالات متحده در آرکانزاس، کالیفرنیا در حال انجام استاورنیا، کلرادو، لوئیزیانا، داکوتای شمالی، اوکلاهما، پنسیلوانیا، تگزاس، ویرجینیا، ویرجینیای غربی، و وایومینگ. سایر ایالت ها مانند آلاباما، ایندیانا، میشیگان، می سی سی پی، نیوجرسی، نیویورک و اوهایو یا در حال بررسی یا آماده شدن برای حفاری با استفاده از این روش هستند. مریلند و ورمونت شکستگی هیدرولیک را برای همیشه ممنوع کرده اند، و نیویورک و کارولینای شمالی ممنوعیت های موقتی را وضع کرده اند. نیوجرسی در حال حاضر لایحه ای را برای تمدید مهلت قانونی شکستگی هیدرولیک در سال ۲۰۱۲ که اخیراً منقضی شده بود، در اختیار قانونگذار خود قرار داده است. اگرچه اخیراً توقف شکستگی هیدرولیک در بریتانیا لغو شده است، دولت به دلیل نگرانی در مورد زلزله و اثرات زیست محیطی حفاری با احتیاط عمل می کند. شکستگی هیدرولیک در حال حاضر در فرانسه و بلغارستان ممنوع است.

فیلم های مستند

فیلم Gasland که جاش فاکس در سال ۲۰۱۰ نامزد جایزه اسکار شد، به کانون مخالفت با شکستگی هیدرولیکی شیل تبدیل شد. این فیلم مشکلاتی را با آلودگی آب های زیرزمینی در نزدیکی مکان های چاه در پنسیلوانیا، وایومینگ و کلرادو ارائه کرد. انرژی در عمق، یک گروه لابی صنعت نفت و گاز، حقایق فیلم را زیر

سوال برد. در پاسخ، رد ادعاهای Energy in Depth مبنی بر عدم دقت در وب سایت Gasland منتشر شد. مدیر کمیسیون حفاظت از نفت و گاز کلرادو (COGCC) پیشنهاد کرد که به عنوان بخشی از فیلم با او مصاحبه شود اگر بتواند آنچه از مصاحبه در فیلم نهایی گنجانده شده بود را مرور کند، اما فاکس این پیشنهاد را رد کرد. ExxonMobil، Chevron Corporation و ConocoPhillips طی سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ تبلیغاتی را پخش کردند که ادعا می‌کردند مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی گاز طبیعی را توصیف می‌کردند و استدلال می‌کردند که شکستگی هیدرولیک ایمن است.

فیلم ۲۰۱۲ سرزمین موعود، با بازی مت دیمون، دچار شکستگی هیدرولیکی می‌شود. صنعت گاز با انتقادات فیلم درباره شکستگی هیدرولیک با بروشورها و پست‌های توییتر و فیسبوک مقابله کرد.

در ژانویه ۲۰۱۳، فیلم مک‌آلیر، روزنامه‌نگار و فیلم‌ساز ایرلندی شمالی، مستندی با سرمایه‌گذاری جمعی به نام فراک‌نیشن را در پاسخ به اظهارات فاکس در گاسلند منتشر کرد و ادعا کرد که «حقیقت را در مورد فرک کردن برای گاز طبیعی می‌گوید». FrackNation برای اولین بار در تلویزیون AXS مارک کوبان پخش شد. اولین نمایش با انتشار سرزمین موعود مطابقت داشت.

در آوریل ۲۰۱۳، جاش فاکس Gasland 2 را منتشر کرد، «اودیسه بین‌المللی خود که دنباله‌ای از اسرار، دروغ‌ها و آلودگی‌های مربوط به فرکینگ هیدرولیک را کشف می‌کند». این تصور صنعت گاز از گاز طبیعی به عنوان جایگزینی پاک و ایمن برای نفت را به عنوان یک افسانه به چالش می‌کشد، و اینکه چاه‌های شکسته هیدرولیکی ناگزیر در طول زمان نشت می‌کنند، آب و هوا را آلوده می‌کنند، به خانواده‌ها آسیب می‌رسانند و آب و هوای زمین را با گاز گلخانه‌ای قوی متان به خطر می‌اندازند.

در سال ۲۰۱۴، اسکات کانن از Video Innovations مستند The Ethics of Fraking را منتشر کرد. این فیلم دیدگاه‌های سیاسی، معنوی، علمی، پزشکی و حرفه‌ای در مورد شکستگی هیدرولیک را پوشش می‌دهد. همچنین روشی را که صنعت گاز شکست هیدرولیکی را در تبلیغات خود نشان می‌دهد، بررسی می‌کند.

در سال ۲۰۱۵، فیلم مستند کانادایی سرزمین شکسته اولین نمایش جهانی خود را در جشنواره بین‌المللی مستند Hot Docs کانادا داشت.

مسائل تحقیق

به طور معمول منبع مالی مطالعات تحقیقاتی یک نقطه کانونی بحث و جدل است. نگرانی‌هایی در مورد تحقیقاتی که توسط بنیادها و شرکت‌ها، یا توسط گروه‌های محیطی تامین می‌شود، مطرح شده است، که در مواقعی می‌تواند منجر به حداقل ظاهر شدن مطالعات غیرقابل اعتماد شود. چندین سازمان، محققان و رسانه‌ها مشکلاتی را در انجام و گزارش نتایج مطالعات در مورد شکستگی هیدرولیک به دلیل صنعت و فشار

دولتی گزارش کرده‌اند و نسبت به سانسور احتمالی گزارش‌های محیطی ابراز نگرانی کرده‌اند. برخی استدلال کرده‌اند که نیاز به تحقیقات بیشتر در مورد اثرات زیست محیطی و سلامتی این تکنیک وجود دارد.

خطرات سلامتی

بنر ضد شکستگی در راهپیمایی انرژی پاک (فیلادلفیا، ۲۰۱۶)

نگرانی در مورد پیامدهای احتمالی نامطلوب سلامت عمومی فعالیت شکستگی هیدرولیک وجود دارد. یک بررسی در سال ۲۰۱۳ در مورد تولید گاز شیل در ایالات متحده بیان کرد: "با افزایش تعداد سایت‌های حفاری، افراد بیشتری در معرض خطر تصادفات و قرار گرفتن در معرض مواد مضر مورد استفاده در چاه‌های شکسته قرار می‌گیرند." مواد شیمیایی که برای شکستگی و حفاری هیدرولیک استفاده می‌شوند، بسیاری از آنها اثرات بهداشتی فوری دارند، و بسیاری از آنها ممکن است اثرات طولانی مدت بر سلامت داشته باشند.

در ژوئن ۲۰۱۴، بهداشت عمومی انگلستان بررسی اثرات بالقوه سلامت عمومی قرار گرفتن در معرض آلاینده‌های شیمیایی و رادیواکتیو در نتیجه استخراج گاز شیل در بریتانیا، بر اساس بررسی ادبیات و داده‌های کشورهای که در آن شکستگی هیدرولیکی قبلاً رخ می‌دهد، منتشر کرد. در خلاصه اجرایی این گزارش آمده است: «ارزیابی شواهد موجود در حال حاضر نشان می‌دهد که خطرات بالقوه برای سلامت عمومی ناشی از سابقاگر عملیات به درستی اجرا و تنظیم شود، انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط با استخراج گاز شیل کم خواهد بود. بیشتر شواهد نشان می‌دهد که آلودگی آب‌های زیرزمینی، در صورت وقوع، به احتمال زیاد ناشی از نشت از طریق گمانه عمودی است. آلودگی آب‌های زیرزمینی از فرآیند شکست هیدرولیکی زیرزمینی (یعنی شکستگی شیل) بعید است. با این حال، نشت سطحی مایعات شکسته هیدرولیک یا فاضلاب ممکن است بر آب‌های زیرزمینی تأثیر بگذارد و انتشارات در هوا نیز پتانسیل تأثیرگذاری بر سلامتی دارد. در مواردی که خطرات بالقوه در ادبیات شناسایی شده است، مشکلات گزارش شده معمولاً نتیجه شکست عملیاتی و یک محیط نظارتی ضعیف است.

گزارشی که در سال ۲۰۱۲ برای اداره کل محیط زیست اتحادیه اروپا تهیه شد، خطرات بالقوه ای را برای انسان‌ها از آلودگی هوا و آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از شکستگی هیدرولیکی شناسایی کرد. این منجر به یک سری توصیه‌ها در سال ۲۰۱۴ برای کاهش این نگرانی‌ها شد. یک راهنمایی در سال ۲۰۱۲ برای پرستاران اطفال در ایالات متحده گفت که شکستگی هیدرولیک تأثیر منفی بالقوه ای بر سلامت عمومی دارد و پرستاران اطفال باید برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد چنین موضوعاتی آماده باشند تا از بهبود سلامت جامعه حمایت کنند.

مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۷ در *American Economic Review* نشان داد که «لنت‌های چاه اضافی حفر شده در فاصله ۱ کیلومتری ورودی سیستم آب محلی، آلاینده‌های مربوط به گاز شیل را در آب آشامیدنی افزایش می‌دهد».

یک مطالعه در سال ۲۰۲۲ توسط دانشگاه هاروارد T.H. دانشکده بهداشت عمومی چان که در *Nature Energy* منتشر شده است، دریافت که سالمندانی که در نزدیکی یا پایین باد توسعه غیرمعارف نفت و گاز (UOGD) - که شامل روش‌های استخراج از جمله فرکینگ است - زندگی می‌کنند، در مقایسه با سالمندانی که این کار را انجام می‌دهند، بیشتر در معرض خطر مرگ زودهنگام قرار دارند. در نزدیکی چنین عملیاتی زندگی نمی‌کنند.

آمارهای جمع آوری شده توسط وزارت کار ایالات متحده و تجزیه و تحلیل مراکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌های ایالات متحده، ارتباط بین فعالیت حفاری و تعداد صدمات شغلی مربوط به حفاری و تصادفات وسایل نقلیه موتوری، انفجار، سقوط و آتش سوزی را نشان می‌دهد. کارگران استخراج همچنین در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های ریوی، از جمله سرطان ریه و سیلیکوزیس هستند (این مورد به دلیل قرار گرفتن در معرض گرد و غبار سیلیس تولید شده از حفاری سنگ و جابجایی شن و ماسه). مؤسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی ایالات متحده (NIOSH) قرار گرفتن در معرض سیلیس در هوا را به عنوان یک خطر برای سلامتی کارگرانی که برخی از عملیات شکستگی هیدرولیکی را انجام می‌دهند، شناسایی کرد. NIOSH و OSHA در ژوئن ۲۰۱۲ یک هشدار خطر مشترک در مورد این موضوع صادر کردند.

علاوه بر این، نیروی کار استخراج در معرض خطر بیشتری برای قرار گرفتن در معرض تابش است. فعالیت‌های شکستگی اغلب به حفاری در سنگ‌هایی نیاز دارند که حاوی مواد رادیواکتیو طبیعی (NORM) مانند رادون، توریم و اورانیوم هستند.

گزارش دیگری که توسط مجله پزشکی کانادا انجام شد، گزارش داد که پس از تحقیق، آنها ۵۵ عامل را شناسایی کردند که ممکن است باعث سرطان شوند، از جمله ۲۰ عامل که نشان داده شده است خطر ابتلا به سرطان خون و لنفوم را افزایش می‌دهند. تجزیه و تحلیل بهداشت عمومی بیل هشدار می‌دهد که میلیون‌ها نفر از مردمی که در فاصله یک مایلی چاه‌های فرکینگ زندگی می‌کنند ممکن است در معرض این مواد شیمیایی قرار گرفته باشند.

اثرات زیست محیطی

اثرات بالقوه زیست محیطی شکستگی هیدرولیکی شامل انتشارات هوا و تغییرات آب و هوایی، مصرف زیاد آب، آلودگی آب‌های زیرزمینی، استفاده از زمین، خطر زلزله، آلودگی صوتی، و اثرات مختلف سلامتی بر انسان است. انتشارات هوا در درجه اول متان است که از چاه‌ها خارج می‌شود، همراه با انتشارات صنعتی از

تجهیزات مورد استفاده در فرآیند استخراج، مقررات مدرن بریتانیا و اتحادیه اروپا مستلزم انتشار صفر متان است، که یک گاز گلخانه ای قوی است.

در دسامبر ۲۰۱۶، آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (EPA) شکستگی هیدرولیک برای نفت و گاز: تأثیرات چرخه آب شکستگی هیدرولیک بر منابع آب آشامیدنی در ایالات متحده (گزارش نهایی) را صادر کرد. EPA شواهد علمی یافت که فعالیت‌های شکست هیدرولیکی می‌تواند بر منابع آب آشامیدنی تأثیر بگذارد. برخی از دلایل اصلی آلوده شدن آب آشامیدنی طبق EPA عبارتند از:

حذف آب مورد استفاده در زمان‌ها یا مناطقی که در دسترس بودن آب کم است.

نشت در حین کار با مایعات و مواد شیمیایی که منجر به رسیدن حجم زیاد یا غلظت بالای مواد شیمیایی به منابع آب زیرزمینی می‌شود.

تزریق مایعات فرکینگ به چاه‌ها در هنگام استفاده نادرست از ماشین‌آلات، اجازه می‌دهد تا گازها یا مایعات به منابع آب زیرزمینی منتقل شوند.

تزریق مایعات فرکینگ به طور مستقیم به منابع آب زیرزمینی

نشت فاضلاب شکسته هیدرولیک معیوب به آبهای سطحی

دفع یا ذخیره‌سازی فاضلاب فرکینگ در چاله‌های بدون خط که منجر به آلودگی منابع آب زیرزمینی می‌شود.

انتشار گازهای گلخانه‌ای چرخه حیات نفت شیل ۲۱ تا ۴۷ درصد بیشتر از نفت معمولی است، در حالی که انتشار گازهای غیر متعارف از ۶ درصد کمتر تا ۴۳ درصد بیشتر از انتشار گازهای معمولی است.

شکست هیدرولیک بین ۱،۲ تا ۳،۵ میلیون گالن آمریکا (۴۵۰۰ و ۱۳۲۰۰ متر مکعب) آب در هر چاه استفاده می‌کند، با پروژه‌های بزرگ که تا ۵ میلیون گالن آمریکا (۱۹۰۰۰ متر مکعب) استفاده می‌کنند. هنگامی که چاه‌ها شکسته می‌شوند، از آب اضافی استفاده می‌شود. یک چاه متوسط در طول عمر خود به ۳ تا ۸ میلیون گالن آمریکا (۱۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ متر مکعب) آب نیاز دارد. طبق موسسه مطالعات انرژی آکسفورد، حجم بیشتری از سیالات شکاف در اروپا مورد نیاز است، جایی که عمق شیل به طور متوسط ۱،۵ برابر بیشتر از ایالات متحده است. آب‌های سطحی ممکن است از طریق نشت و چاه‌های زباله که به درستی ساخته و نگهداری نشده باشند، آلوده شوند، و اگر سیال بتواند از سازند در حال شکسته شدن (به عنوان مثال، از طریق چاه‌های متروکه، شکستگی‌ها و گسل‌ها) فرار کند، آب زیرزمینی می‌تواند آلوده شود. یا توسط آب تولید شده (مایعات برگشتی، که حاوی مواد تشکیل دهنده محلول مانند مواد معدنی و

آب های شور) نیز می باشند. احتمال آلودگی آب های زیرزمینی از آب نمک و نشت مایع شکسته از طریق چاه های متروکه قدیمی کم است. آب تولید شده توسط تزریق زیرزمینی، تصفیه و تخلیه فاضلاب شهری و تجاری، سیستم های مستقل در مکان ها یا مزارع چاه، و بازیافت برای شکستن چاه های آینده مدیریت می شود. معمولاً کمتر از نیمی از آب تولید شده برای شکستن سازند بازیافت می شود.

در ایالات متحده بیش از ۱۲ میلیون هکتار برای سوخت های فسیلی استفاده می شود. حدود ۳,۶ هکتار (۸,۹ هکتار) زمین برای هر پد حفاری برای نصب سطح مورد نیاز است. این معادل شش پارک ملی یلوستون است. پد چاه و ساخت و ساز ساختار پشتیبان به طور قابل توجهی مناظر را تکه تکه می کند که احتمالاً اثرات منفی بر حیات وحش دارد. این سایت ها باید پس از اتمام چاه ها اصلاح شوند. تحقیقات نشان می دهد که تأثیرات بر هزینه های خدمات اکوسیستم (یعنی آن فرآیندهایی که دنیای طبیعی برای بشریت فراهم می کند) به بیش از ۲۵۰ میلیون دلار در سال در ایالات متحده رسیده است. هر پد چاه (به طور متوسط ۱۰ چاه در هر پد) در طول فرآیند آماده سازی و شکستگی هیدرولیکی به حدود ۸۰۰ تا ۲۵۰۰ روز فعالیت پر سر و صدا نیاز دارد که هم ساکنان و هم حیات وحش محلی را تحت تأثیر قرار می دهد. علاوه بر این، سر و صدا توسط ترافیک مداوم کامیون (شن و ماسه و غیره) مورد نیاز در شکستگی هیدرولیک ایجاد می شود. تحقیقاتی در حال انجام است تا مشخص شود که آیا سلامت انسان تحت تأثیر آلودگی هوا و آب قرار گرفته است یا خیر، و برای جلوگیری از آسیب و مدیریت خطر حوادثی که می تواند باعث آسیب شود، پیروی دقیق از رویه ها و مقررات ایمنی مورد نیاز است.

در ژوئیه ۲۰۱۳، اداره راه آهن فدرال ایالات متحده، آلودگی نفت توسط مواد شیمیایی شکست هیدرولیک را به عنوان "علت احتمالی" خوردگی در واگن های مخزن نفت فهرست کرد.

گاهی اوقات شکستگی هیدرولیکی به لرزه خیزی یا زلزله القایی مرتبط است. بزرگی این وقایع معمولاً برای شناسایی در سطح بسیار کوچک است، اگرچه لرزش های نسبت داده شده به تزریق مایع به چاه های دفع به اندازه ای بزرگ بوده که اغلب توسط مردم احساس می شود و باعث خسارت مالی و احتمالاً جراحات شده است. یک سازمان زمین شناسی ایالات متحده گزارش داد که تا ۷,۹ میلیون نفر در چندین ایالت خطر زلزله مشابهی با زلزله کالیفرنیا دارند، که شکستگی هیدرولیکی و اقدامات مشابه یکی از عوامل اصلی کمک کننده است.

رویدادهای ریز لرزه ای اغلب برای ترسیم وسعت افقی و عمودی شکستگی استفاده می شوند. درک بهتر زمین شناسی منطقه شکسته شده و مورد استفاده برای چاه های تزریقی می تواند در کاهش پتانسیل رویدادهای لرزه ای قابل توجه مفید باشد.

مردم آب آشامیدنی را از آب های سطحی که شامل رودخانه ها و مخازن است یا از سفره های آب زیرزمینی که توسط چاه های عمومی یا خصوصی قابل دسترسی هستند، به دست می آورند. در حال حاضر تعداد زیادی

از موارد مستند وجود دارد که در آن آب‌های زیرزمینی مجاور توسط فعالیت‌های شکستگی آلوده شده‌اند، که ساکنان دارای چاه‌های خصوصی را ملزم می‌کند تا منابع آب خارجی برای آشامیدن و استفاده روزمره به دست آورند.

مواد پر و پلی فلوئوروآلکیل که به نام "PFAS" یا "مواد شیمیایی همیشه" نیز شناخته می‌شوند، با سرطان و نقایص مادرزادی مرتبط هستند. مواد شیمیایی مورد استفاده در فرکینگ در محیط باقی می‌مانند. یک بار آنجایی مواد شیمیایی در نهایت به PFAS تجزیه می‌شوند. این مواد شیمیایی می‌توانند از محل‌های حفاری فرار کرده و به آب‌های زیرزمینی بروند. PFAS قادر به نشت به چاه‌های زیرزمینی است که میلیون‌ها گالن فاضلاب را ذخیره می‌کند.

علی‌رغم این نگرانی‌های بهداشتی و تلاش‌ها برای ایجاد تعلیق در فرکینگ تا زمانی که اثرات زیست‌محیطی و بهداشتی آن بهتر درک شود، ایالات متحده همچنان به شدت بر انرژی سوخت‌های فسیلی متکی است. در سال ۲۰۱۷، ۳۷ درصد از انرژی مصرفی سالانه ایالات متحده از نفت، ۲۹ درصد از گاز طبیعی، ۱۴ درصد از زغال سنگ و ۹ درصد از منابع هسته‌ای به دست می‌آید که تنها ۱۱ درصد از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند باد و انرژی خورشیدی تامین می‌شود.

در سال ۲۰۲۲، زمانی که جنگ در اوکراین منجر به افزایش گسترده در تایید حفاری‌های جدید شد، ایالات متحده یک رونق استفاده از شکستگی را تجربه کرد. حفاری‌های برنامه ریزی شده ۱۴۰ میلیارد تن کربن آزادی‌کننده ۴ برابر بیشتر از انتشار سالانه جهانی است.

مقررات

کشورهایی که از شکستگی هیدرولیکی استفاده می‌کنند یا در نظر دارند از آن استفاده کنند، مقررات مختلفی از جمله تدوین قوانین فدرال و منطقه‌ای و محدودیت‌های منطقه‌بندی محلی را اجرا کرده‌اند. در سال ۲۰۱۱، پس از فشار عمومی، فرانسه اولین کشوری شد که شکستگی هیدرولیک را بر اساس اصل احتیاط و همچنین اصل اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی خطرات زیست‌محیطی ممنوع کرد. این ممنوعیت با حکم اکتبر ۲۰۱۳ شورای قانون اساسی تایید شد. برخی از کشورهای دیگر مانند اسکاتلند به دلیل نگرانی‌های بهداشت عمومی و مخالفت شدید مردم، این عمل را به طور موقت متوقف کرده‌اند. کشورهایمانند انگلستان و آفریقای جنوبی ممنوعیت‌های خود را لغو کرده‌اند و به جای ممنوعیت مطلق، بر مقررات تمرکز کرده‌اند. آلمان پیش‌نویس مقرراتی را اعلام کرده است که استفاده از شکستگی هیدرولیکی را برای بهره‌برداری از ذخایر گاز شیل به استثنای مناطق تالاب مجاز می‌سازد. در چین، مقررات مربوط به گاز شیل هنوز با موانعی روبرو است، زیرا این امر روابط متقابل پیچیده‌ای با سایر برنامه‌های نظارتی، به ویژه تجارت

دارد. بسیاری از ایالت های استرالیا شکستگی برای هیدروکربن ها را به طور دائم یا موقت ممنوع کرده اند. [نیازمند منبع] در سال ۲۰۱۹، شکستگی هیدرولیکی در بریتانیا ممنوع شد.

اتحادیه اروپا توصیه ای را برای حداقل اصول برای استفاده از شکستگی هیدرولیکی با حجم بالا اتخاذ کرده است. رژیم نظارتی آن مستلزم افشای کامل همه مواد افزودنی است. در ایالات متحده، شورای حفاظت از آب های زیرزمینی، FracFocus.org، یک پایگاه داده افشای داوطلبانه آنلاین برای سیالات شکست هیدرولیکی که توسط گروه های تجاری نفت و گاز و وزارت انرژی ایالات متحده تامین مالی می شود، راه اندازی کرد. شکستگی هیدرولیک از مقررات کنترل پاشش زیرزمینی قانون آب آشامیدنی ایمن مستثنی شده است، مگر زمانی که از سوخت دیزل استفاده می شود. EPA نظارت بر صدور مجوزهای حفاری را هنگام استفاده از سوخت دیزل تضمین می کند.

در سال ۲۰۱۲، ورمونت اولین ایالت در ایالات متحده بود که شکستگی هیدرولیکی را ممنوع کرد. در ۱۷ دسامبر ۲۰۱۴، نیویورک دومین ایالتی شد که هرگونه شکستگی هیدرولیکی را به دلیل خطرات بالقوه برای سلامت انسان و محیط زیست ممنوع کرد.

در مناظره انتخاباتی که بین هریس و ترامپ برگزار شد هریس گفت:

«ما باید در منابع متنوع انرژی سرمایه گذاری کنیم، بنابراین اتکال خود به نفت خارجی را کاهش می دهیم. ما بیشترین افزایش تولید نفت داخلی را در طول تاریخ داشته ایم، زیرا رویکردی نشان می دهد که نمی توانیم بیش از حد به نفت خارجی تکیه کنیم.»

تصمیم برای برجسته کردن تولید نفت و گاز و تکرار هریس در روز سه شنبه مبنی بر اینکه از هیچ گونه ممنوعیت فرکینگ حمایت نمی کند، تفاوت آشکاری با مبارزات انتخاباتی او برای نامزدی ریاست جمهوری دموکرات ها در سال ۲۰۱۹ است. در آن زمان، هریس متعهد شد که فروش حقوق سوخت های فسیلی جدید در زمین های عمومی را متوقف کند و اجاره های نفت و گاز موجود را به عنوان بخشی از یک طرح اقلیمی ۱۰ تریلیون دلاری متوقف کند.

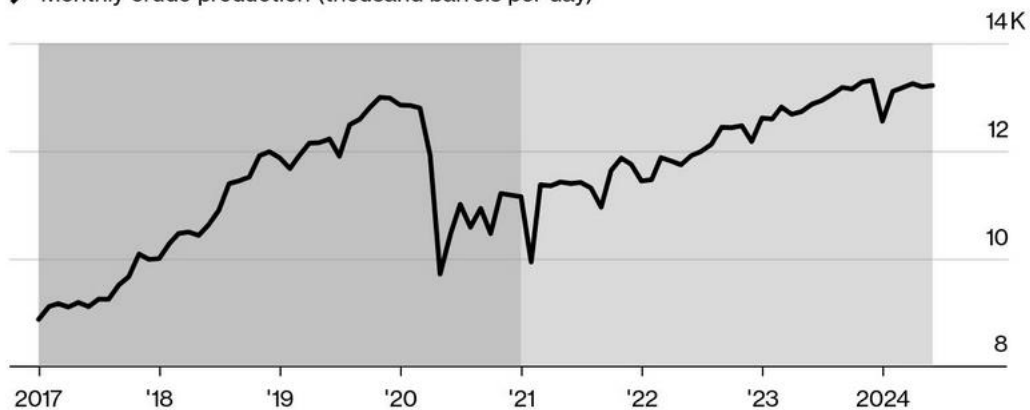
آلی روزنبلوت، مدیر کمپین Oil Change US، یک گروه حامی آب و هوا، در بیانیه ای پس از مناظره گفت: «هریس قول داده بود که ورق را برگرداند و آینده ای بهتر را ترسیم کند». این به معنای انجام اقدامات قاطع برای پایان دادن به سوخت های فسیلی و تضمین گذار عادلانه به انرژی های تجدیدپذیر است.»

بر اساس گزارش اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده، تولید نفت خام سال گذشته به طور متوسط ۱۲,۹ میلیون بشکه در روز بود که بالاترین میزان سالانه قبلی در دوره ترامپ در سال ۲۰۱۹ را تحت الشعاع قرار داد.

US Domestic Oil Boom

Crude oil production in the US set an annual record in 2023

Monthly crude production (thousand barrels per day)



Source: U.S. Energy Information Administration

Bloomberg Green

اما ترامپ از ابتدا موافق فرکینگ بوده وهست.