



واحد صنعتی امیرکبیر

معاونت پژوهشی



جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

عنوان:

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید فوم پلی‌اورتان

کارفرما:

سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

مشاور:

جهد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

معاونت پژوهشی

شهریور ۱۳۸۷

آدرس: تهران - خیابان حافظ - دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران) - جهد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی - تلفن: ۸۸۸۰۸۷۵۰ و ۸۸۸۹۲۱۴۳ - فکس: ۸۸۸۰۶۹۸۴

Email: research@jdamirkabir.ac.ir

www.jdamirkabir.ac.ir

خلاصه طرح

نام محصول	فوم پلی‌اورتان	
موارد کاربرد	صنعت خودروسازی، مبلمان، فوم رختخواب	
ظرفیت پیشنهادی طرح	(تن)	۱۰۰۰
عمده مواد اولیه مصرفی	TDE و پلی‌ال	
مازاد محصول (سال ۱۳۹۰)	۵۳۰۰۰ تن	
اشتغال زایی	۵۳ نفر	
میزان مصرف سالیانه مواد اولیه	(تن)	۱۰۶۸
سرمایه‌گذاری ثابت طرح	ارزی (یورو)	-
	ریالی (میلیون ریال)	۶۸۲۲۸
	مجموع (میلیون ریال)	۶۸۲۲۸
سرمایه در گردش طرح	ارزی (یورو)	-
	ریالی (میلیون ریال)	۱۸۰۰۰
	مجموع (میلیون ریال)	۱۸۰۰۰
زمین مورد نیاز	(متر مربع)	۲۴۵۰۰
زیربنا	تولیدی (متر مربع)	۵۰۰۰
	انبار (متر مربع)	۱۰۰۰۰
	خدماتی (متر مربع)	۱۵۰۰
مصرف سالیانه آب، برق و گاز	آب (متر مکعب)	۳۰۰۰
	برق (کیلو وات)	۱۳۴۰۰۰
	گاز (متر مکعب)	۴۰۰۰۰
محل‌های پیشنهادی برای احداث واحد صنعتی	ماهشهر و استان‌های مرکزی، قم، اصفهان و قزوین	

فهرست مطالب

صفحه	عناوین
۵	۱- معرفی محصول.....
۵	۱-۱- نام و کد آیسیک محصول.....
۶	۱-۲- شماره تعرفه گمرکی.....
۷	۱-۳- شرایط واردات.....
۷	۱-۴- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی).....
۷	۱-۵- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول.....
۸	۱-۶- توضیح موارد مصرف و کاربرد.....
۱۰	۱-۷- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول.....
۱۱	۱-۸- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز.....
۱۱	۱-۹- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود).....
۱۳	۱-۱۰- شرایط صادرات.....
۱۴	۲- وضعیت عرضه و تقاضا.....
۱۴	۲-۱- بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول.....
۱۴	۲-۲- بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز).....
۱۵	۲-۳- بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴ (چقدر از کجا)
۱۶	۲-۴- بررسی روند مصرف از آغاز برنامه.....
۱۶	۲-۵- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴ و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است).....
۱۷	۲-۶- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم.....

صفحه	عناوین
۱۹	۳- بررسی اجمالی تکنولوژی و روش های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها.....
۲۷	۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در فرآیند تولید محصول.....
۲۸	۵- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌های فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و ...)
۳۹	۶- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی و ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده.....
۴۰	۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح.....
۴۰	۸- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال.....
۴۱	۹- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه - راه‌آهن - فرودگاه - بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح.....
۴۱	۱۰- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی.....
۴۱	- حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی.....
۴۱	- حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها - شرکت‌های سرمایه‌گذار.....
۴۴	۱۱- تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید.....
۴۵	۱۲- منابع و مآخذ.....
۴۶	ضمائم.....

۱- معرفی محصول

پلی‌اورتان‌ها محصول واکنش پلی‌میریزاسیون افزایشی-مرحله‌ای و حاوی گروه‌های یورتان (استر کربامیک) می‌باشند. اسفنج‌های پلی‌اورتان منعطف از طریق واکنش هیدروژن فعال انتهایی پلی‌مرهایی با وزن مولکولی ۱۰۰۰-۱۰۰۰۰ و حاوی گروه‌های انتهایی هیدروکسیل با ایزوسیانات‌ها به دست می‌آیند. برای تولید آنها از پلی‌مرهای دیگر، عوامل شبکه‌ای کننده و زنجیر افزایشنده، افزودنی‌ها، کاتالیزورها، پرکننده‌ها، عوامل پفزا و اصلاح‌کننده‌ها نیز استفاده می‌شود. اولین مطالعات بر روی پلی‌اورتان‌ها از سال ۱۹۳۵ شروع شده است. این تحقیقات به منظور استفاده از آنها در ساخت الیاف و پلاستیک‌های سخت انجام شده اما محصولات با نایلون قابل رقابت نبودند. بنابراین توجه پژوهشگران به استفاده از دی‌ایزوسیانات‌ها در پوشش‌های سطوح و لاستیک‌های مصنوعی معطوف شد. اولین اسفنج پلی‌اورتان سخت توسط Otto Bayer در سال ۱۹۴۷ و اولین اسفنج پلی‌اورتان منعطف توسط Hochlen در سال ۱۹۵۲ سنتز شد. اسفنج‌های منعطف از طریق واکنش پلی‌استر هیدروکسیله و دی‌ایزوسیانات در حضور آب ساخته شدند و پس از تولید الاستومرهای جامد در مقیاس تجاری اولین اسفنج پلی‌اورتان منعطف پلی‌استری در سال ۱۹۵۵ تولید شد. در سیستم‌های پخت، تحقیقات فراوانی روی آنها انجام می‌شود.

قیمت پایین‌تر و حتی راحتی بیشتر اینگونه اسفنج‌ها در مقایسه با بالش‌های ساخته شده از مواد دیگر، باعث استفاده از آنها در تولید مبلمان شد. اغلب از TDI و سپس از MDI پلی‌مری در تولید اسفنج‌های پلی‌مری منعطف استفاده می‌شود. کاربردهای آنها بسیار متنوع می‌باشد. از آنها در صنایع هوافضا، کفش، خودرو، ساختمان، مبلمان، صنایع بسته‌بندی و ... استفاده می‌شود. استفاده اصلی TDI در تولید اسفنج‌های منعطف می‌باشد و استفاده اصلی MDI پلی‌مری در تولید اسفنج‌های سخت است که در عایق‌ها از آنها استفاده می‌شود. اما مخلوط MDI و TDI در تولید اسفنج‌های نیمه سخت و خودپوسته‌ای (Self-Skinning) و اسفنج‌های باکیفیت بالای صندلی‌ها استفاده می‌شود. MDI تقطیر شده و مشتقات آن اساساً در تولید اسفنج‌های ریز سلولی و الاستومرهای جامد به کار می‌رود.

۱-۱ نام و کد آیسیک محصول

متداول‌ترین طبقه‌بندی و دسته‌بندی در فعالیت‌های اقتصادی همان تقسیم‌بندی آیسیک است. تقسیم‌بندی آیسیک طبق تعریف عبارت است از: طبقه‌بندی و دسته‌بندی استاندارد بین‌المللی فعالیت‌های

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	صفحه (۵)	

اقتصادی. این دسته‌بندی با توجه به نوع صنعت و محصول تولید شده به هریک کدهایی دو، چهار و هشت رقمی اختصاص داده می‌شود. کدهای آیسیک مرتبط با صنعت تولید پلی‌اورتان در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): کدهای آیسیک مرتبط با صنعت پلی‌اورتان

ردیف	کد آیسیک	نام کالا
۱	۳۹۰۹۵۰۰۰	پلی‌اورتان خام
۲	۳۹۲۱۱۳۱۰	ساندویچ سقف کاذب
۳	۳۹۲۱۱۳۹۰	سایر صفحه‌ها و ورقه‌ها و مواد پلاستیکی اسفنجی به غیر از سقف کاذب

۲-۱- شماره تعرفه گمرکی

در داد و ستدهای بین‌المللی جهت کدبندی کالا در امر صادرات و واردات و مبادلات تجاری و همچنین تعیین حقوق گمرکی و غیره از دو نوع طبقه‌بندی استفاده می‌شود که عبارت است از طبقه‌بندی و نامگذاری براساس بروکسل و طبقه‌بندی مرکز استاندارد و تجارت بین‌المللی بر همین اساس در مبادلات بازرگانی خارجی ایران طبقه‌بندی بروکسل جهت طبقه‌بندی کالاها استفاده می‌شود که در خصوص پلی‌اورتان در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): تعرفه‌های گمرکی مربوط به صنعت پلی‌اورتان

ردیف	شماره تعرفه گمرکی	نوع کالا	حقوق ورودی	SUQ
۱	۳۹۰۹۵۰۰۰	پلی‌اورتان خام	۴	Kg
۲	۳۹۲۱۱۳۱۰	ساندویچ سقف کاذب	۴	Kg
۳	۳۹۲۱۱۳۹۰	سایر صفحه‌ها و ورقه‌ها و مواد پلاستیکی اسفنجی به غیر از سقف کاذب	۴	Kg

۳-۱- شرایط واردات

هیچ شرایط خاصی برای واردات این محصول در کتب مربوطه آورده نشده است. حقوق گمرکی انواع آن، اعم از سخت، نیمه سخت، منعطف ۴ درصد می باشد.

۴-۱- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی)

مهم ترین مساله ای که در مورد پلی‌یورتان ها مطرح می باشد، عوامل پفزای استفاده شده در مورد فوم‌های منعطف و سخت می باشد. عوامل پفزا پیش از سال ۲۰۰۰، مواد مخرب لایه ازن بودند که پس از آن به علت معاهده های بین المللی امضا شده استفاده از این مواد قدغن شد. امروزه از هیدروفلوئورکربن های جدید به عنوان عوامل پفزا استفاده می شود.

جدول (۳): استانداردهای مرتبط با پلی‌یورتان

ردیف	شماره استاندارد	عنوان استاندارد	مرجع
۱	۹۰۰۹-۵۴-۵	Material Safety Data Sheet(MSDS)	CAS

۵-۱- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول

در مورد قیمت جهانی اطلاعات در منطقه آمریکا طی سال های ۱۹۹۵ الی ۲۰۰۵ در جدول زیر بیان شده است. البته قیمت پلی‌یورتان بسته به چگالی و و ماده پفزا مورد استفاده متفاوت خواهد بود. چگالی فوم زیر 1 lb/ft^3 می باشد.

آمریکا (cent/board foot)		
سال	فوم منعطف	فوم سخت
۱۹۹۵	۱۱-۱۵	۲۶-۲۸
۱۹۹۶	۱۲-۱۶	۲۷-۲۸
۱۹۹۷	۱۲-۱۶	۲۷-۲۸
۲۰۰۰	۱۲-۱۳	۲۷-۲۸
۲۰۰۱	۱۱-۱۲	۲۶-۲۷
۲۰۰۵	۱۵-۱۷	۳۶-۳۹

همانطور که در جدول قیمت‌های فوم پلی‌اورتان در سال‌های مختلف دیده می‌شود، قیمت‌های آمریکا در میانه دهه ۹۰ سیر نزولی دارد ولی از سال ۲۰۰۰ به بعد مجدداً قیمت‌ها روند صعودی داشته است. در داخل نیز قیمت‌ها به بازار جهانی نزدیک و در برخی موارد کمتر می‌باشد. فوم منعطف تولیدی در داخل با چگالی معادل 18 kg/m^3 ، به ازای هر کیلو، ۴۵۰۰ تومان فروخته می‌شود. فوم سخت تولیدی با قیمتی بالاتر و در حدود ۵۵۰۰ تومان به ازای هر کیلو عرضه می‌شود.

۶-۱- توضیح موارد مصرف و کاربرد

الف- فوم‌های منعطف

۱- صنعت حمل و نقل

بزرگترین بازار مصرف پلی‌اورتان منعطف، کاربرد در صنعت حمل و نقل می‌باشد. در این کاربرد برای تولید فوم‌هایی با جهندگی بالا، از پلی‌ال‌های حاصله از استایرن-آکریلونیتریل استفاده می‌شود. از پلی‌اورتان برای تولید صندلی وسایل نقلیه استفاده می‌شود. همچنین از آن‌ها به همراه پرکننده‌های متفرقه، که به طور عمده داخل اتاقک ماشین‌های شخصی استفاده می‌شود، در پانل‌های تجهیزات، فرمان و دسته‌های صندلی نیز مصرف می‌شود. برخی از این بالشتک‌ها، فوم نیمه سخت قالب‌گیری شده می‌باشند که به طور عمده از MDI پلیمری تهیه می‌شود. اکثر این فوم‌های قالب‌گیری در کارخانه یا کارگاهی دیگر غیر از تولیدکننده ماشین‌ها شکل داده می‌شود.

از پلی‌اورتان برای تهیه زیرانداز، همچنین لایه داخلی سقف ماشین و آفتاب‌گیر جلوی سرنشینان جلو استفاده می‌شود. البته اخیراً شرکت‌ها به سمتی پیش می‌روند که ضخامت بالشتک صندلی را کاهش دهند. با توجه به گسترش صنعت خودروسازی در جهان سالانه مصرف پلی‌اورتان با رشدی حدود ۲/۷ درصد در سال در سال ۲۰۰۹ به حدود ۴۲۱ هزار تن بالغ خواهد شد.

۲- لایه زیرین کف زمین و زیر فرش

این لایه زیرین، به عنوان عایق حرارتی و صوتی عمل نموده و صداها را ناهنجار ناشی از راه رفتن را کاهش می‌دهد. بدین منظور از ضایعات پلی‌اورتان استفاده می‌شود. این کاربرد بالغ بر ۲۴۵ هزار تن در سال از مصرف پلی‌اورتان را به خود اختصاص داده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	صفحه (۸)	

۳- مبلمان

بخش عمده ای از بالشتک مبلمان، فوم پلی‌یورتان است. در گذشته بیشترین کاربرد پلی‌یورتان به این مورد اختصاص یافته ولی امروزه کاربرد آن در صنعت خودرو و لایه زیرین فرش بیشتر از کاربرد آن در مبلمان شده است. بدین منظور از فوم‌هایی با چگالی $1-1/8$ (lb/ft³) استفاده می‌کنند. به عنوان ماده جایگزین می‌توان از فیبرهای پلی‌استری به همراه الیاف پنبه استفاده نمود. مصرف پلی‌یورتان در این کاربرد در سال ۲۰۰۴، بالغ بر ۲۲۸ هزار تن بوده است.

۴- لوازم تختخواب

در سال‌های اخیر، مصرف پلی‌یورتان در تولید تشک رشد خیره‌کننده‌ای داشته است. فوم‌های مصرفی در این مورد بر پایه MDI پلیمری یا آلیاژ MDI و TDI می‌باشد. مصرف پلی‌یورتان در این صنعت در سال ۲۰۰۴، به حدود ۱۹۷ هزار تن رسیده است.

۵- بسته بندی

حدود ۴۱ هزار تن از پلی‌یورتان در سال ۲۰۰۴ در صنایع بسته بندی مصرف شده است. برخی از فوم‌های مصرفی، بر پایه کopolymerهای پلی‌اتر-پلی‌ال‌ها می‌باشد.

ب- فوم‌های سخت

۱- ساختمان سازی

در سال‌های اخیر پلی‌یورتان‌های سخت تولید شده فارغ از روش تولید، به طور عمده در ساختمان سازی مصرف می‌شود. صفحه‌ها به طور عمده در تخته بندی قائم واحدهای مسکونی و پوشش تجاری پشت بند استفاده می‌شود. کاربرد فوم‌های سخت در این موارد بالغ بر ۳۶۳ هزار تن در سال ۲۰۰۴ تخمین زده شده است. عمده فوم‌های تولیدی برای این کاربرد، ضخامتی حداکثر ۳ اینچی دارند و به کمک یک فایبرگلاس و یا فویل آلومینیوم قویت می‌شوند. پیشرفت‌های علمی در دهه اخیر که موجب تاخیر در آتش‌گیری و پخش دود شده است، باعث شده که این فوم‌ها هم کاربرد مسکونی و هم کاربرد تجاری پیدا کنند. در این بخش فوم پلی‌استایرن به عنوان جایگزین مطرح می‌شود.

همانطور که در بخش استانداردها مطرح شد، از سال ۲۰۰۳ به بعد استفاده از HFCF-141b به عنوان ماده پفزا ممنوع اعلام شد که پس از آن تولید کنندگان فوم‌های سخت از عوامل پفزا هیدروکربنی استفاده

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی	صفحه (۹)	

نمودند. در خانه سازی به عنوان عایق نیز از این فوم‌ها استفاده می‌شود که در سال‌های اخیر این مصرف نیز افزایش یافته است.

۲- وسایل خانگی

پلی‌یورتانها بر پایه MDI پلیمری و پلی‌اتر پلی‌ال‌ها به عنوان عایق در وسایل خانگی از جمله یخچال و فریزر استفاده می‌شود. استفاده پلی‌یورتان در این کاربرد بالغ بر ۱۰۰ هزار تن برآورد شده است. تولیدکنندگان وسایل خانگی هر روز کمپرسورهای کوچکتری می‌سازند که به عایق بهتری برای خنک سازی نیاز دارد. در این کاربرد نیز، می‌توان از فوم پلی‌استایرن به جای فوم پلی‌یورتان استفاده نمود.

۳- بسته بندی

پلی‌یورتان سخت به علت سبکی و مقاومت مناسب در برابر ضربه در بسته بندی تجهیزات کامپیوتری و وسایل علمی و حساس به کار می‌رود.

۴- عایق صنعتی

این بخش ممکن است زیر مجموعه ای از مصرف پلی‌یورتان در ساختمان سازی تصور شود ولی منظور از عایق صنعتی، عایق تجهیزاتی از قبیل لوله، مخازن، راکتورها و ... می‌باشد. برای این مصرف نیز رشدی معادل ۲/۹ درصد در سال پیش بینی شده است.

۵- حمل و نقل

دو مصرف عمده فوم‌های سخت در این کاربرد، یکی عایق موتور و دیگری فوم‌های جاذب انرژی در ماشین می‌باشد. اکثر پلی‌یورتان مصرفی در این مورد برای عایق سازی تانک‌های ذخیره کامیون‌ها که به صورت یخچالی می‌باشد، استفاده می‌شود.

۱-۷- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول

همانطور که در بالا ملاحظه شد، فوم منعطف به طور عمده در صنعت خودرو سازی استفاده می‌شود. می‌توان از سایر فوم‌ها نیز استفاده کرد ولی به علت خواص منحصر به فرد این فوم‌ها سال‌هاست که شرکت‌های خودروسازی استفاده از این فوم‌ها را ترجیح می‌دهند. در مورد فوم سخت، مهم‌ترین کاربرد در

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۰)



واحد صنعتی امیر کبیر

معاونت پژوهشی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

فوم پلی‌اورتان



جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

ساختمان سازه‌ها که به جای آن می‌توان از فوم پلی‌استایرن نیز استفاده کرد. هر دو این فوم‌ها از لحاظ گوناگون از قبیل آتش‌گیری، مقاومت در برابر ضربه مشخصات مشابهی دارند و می‌توان از آن‌ها به جای یکدیگر استفاده نمود.

به جای فوم‌های منعطف که در تولید مبلمان استفاده می‌شود، می‌توان از الیاف پلی‌استری نیز استفاده نمود که هر دو مورد کاربرد دارند. درر مبلمان‌های گرانتتر، از پلی‌استر به همراه درصد زیادی پنبه استفاده می‌شود. مدت هاست که فوم پلی‌یورتان سخت به عنوان یکی از بهترین عایق‌های صنعتی در صنایع گوناگون استفاده می‌شود. به جای آن می‌توان از پشم شیشه و یا سایر عایق‌ها استفاده نمود.

۸-۱- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

همانطور که از تنوع کاربرد فوم‌های پلی‌یورتان پیداست، این پلیمر، خود را به عنوان یک پلیمر صنعتی مطرح ساخته است. پلی‌یورتان از دهه ۱۹۸۰ به بعد با مطالعات زیادی که به منظور بهبود کیفیت بر روی کاتالیست و عوامل پف‌زای آن انجام شد، هر روز مصارف گسترده‌تری پیدا کرده است. به عنوان مثال حدود ۲۰ سال است که در تولید صندلی ماشین از فوم‌های پلی‌یورتان منعطف استفاده می‌شود. در مواردی که می‌توان آن‌ها را با سایر مواد جایگزین نمود، پلی‌یورتان به علت سادگی تهیه، هزینه نسبتاً پایین و خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب، همچنان به عنوان یک گزینه جدی مطرح می‌باشد.

۹-۱- کشورهای عمده تولیدکننده و مصرف‌کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف

ذکر شود)

جدول (۴): کشورهای عمده تولیدکننده پلی‌یورتان منعطف

ردیف	نام کشور	نوع تولیدات	مقدار تولید (هزار تن)	سهم جهانی تولید (درصد)
۱	آمریکا	پلی‌یورتان منعطف	۱۱۵۳	۲۵
۲	اروپای غربی	پلی‌یورتان منعطف	۱۱۱۹	۲۳
۳	چین	پلی‌یورتان منعطف	۶۶۹	۱۴

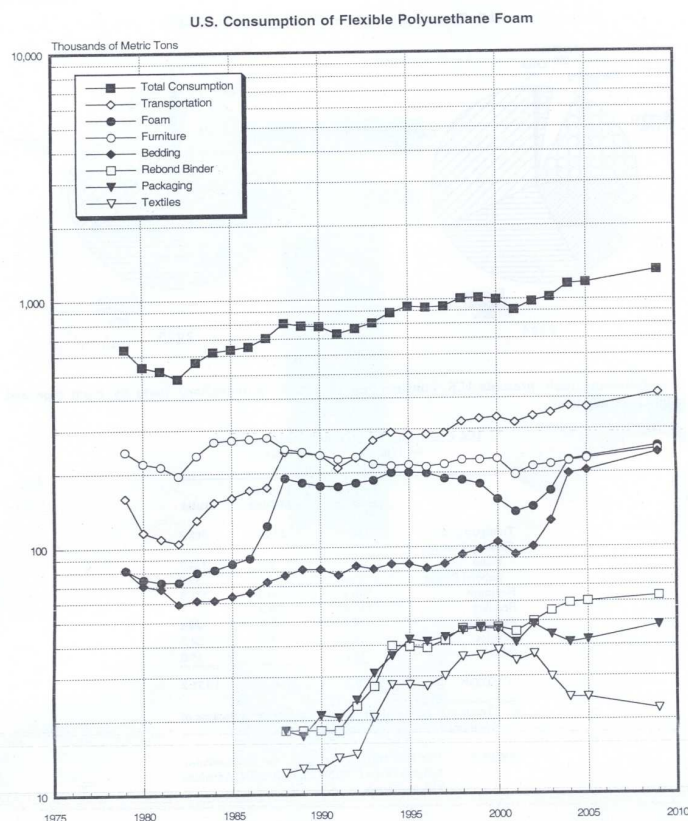
مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۱)

جدول ۲-۴: کشورهای عمده تولیدکننده پلی‌اورتان سخت

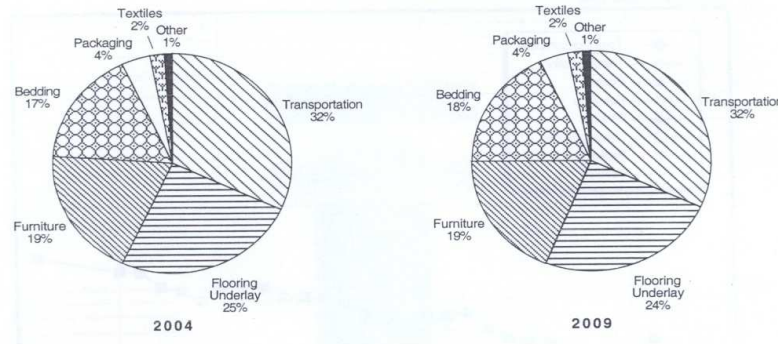
ردیف	نام کشور	نوع تولیدات	مقدار تولید (هزار تن)	سهم جهانی تولید (درصد)
۱	آمریکا	پلی‌اورتان سخت	۹۳۴	۳۰
۲	اروپای غربی	پلی‌اورتان سخت	۱۱۱۹	۲۷
۳	چین	پلی‌اورتان سخت	۳۳۶	۱۱

جدول (۵): کشورهای عمده مصرف‌کننده پلی‌اورتان منعطف

ردیف	نام کشور	عنوان محصول	مقدار مصرف	سهم جهانی مصرف (درصد)
۱	آمریکا	پلی‌اورتان منعطف	۱۱۵۱	۲۴
۲	اروپای غربی	پلی‌اورتان منعطف	۱۰۹۴	۲۳
۳	چین	پلی‌اورتان منعطف	۶۷۳	۱۰



U.S. Consumption of Flexible Polyurethane Foam



(۵): جدول کشورهای عمده مصرف‌کننده پلی‌اورتان سخت

ردیف	نام کشور	نوع تولیدات	مقدار مصرف (هزار تن)	سهم جهانی مصرف (درصد)
۱	آمریکا	پلی‌اورتان سخت	۹۱۸	۳۰
۲	اروپای غربی	پلی‌اورتان سخت	۸۵۲	۲۷
۳	چین	پلی‌اورتان سخت	۳۴۰	۱۱

– شرکت‌های داخلی عمده تولیدکننده و مصرف‌کننده محصول

جدول (۶): برخی تولیدکنندگان عمده فوم پلی‌اورتان در ایران

ردیف	نام کارخانه	نوع تولیدات	محل کارخانه
۱	اسفنج تبریز	فوم منعطف	تبریز
۲	پلی‌اورتان‌های صنعتی پیمان	فوم منعطف و سخت	شهرک صنعتی جی
۳	سپهر ابر آسیا	فوم منعطف	اصفهان
۴	صندلی‌سازان زرنده	فوم منعطف	زرنده

جدول (۷): برخی مصرف‌کنندگان عمده پلی‌اورتان در ایران

ردیف	نام کارخانه	نوع تولیدات
۱	شرکت‌های تولید مواد شیمیایی	مواد شیمیایی
۲	کارگاه‌های تولید مبلمان	مبلمان
۳	ایران خودرو	انواع خودرو

۱۰-۱- شرایط صادرات

در منابع موجود، شرایط خاصی برای صادرات این محصول ذکر نشده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۱۳)

۲- وضعیت عرضه و تقاضا

بررسی‌ها نشان می‌دهد، میزان تولید فوم پلی‌یورتان منقطع در کشور حدود ۱۹۰۰۰ تن در سال است و بخشی از فوم مورد نیاز نیز از کشورهای خارجی وارد می‌شود که به تفصیل در جداول مربوطه آمده است. فوم سخت که عموماً در ساختمان‌سازی و به عنوان سقف کاذب مصرف می‌شود، تنها ۱۰۰ تن در ایران تولید شده و مابقی از خارج به کشور وارد می‌شود.

۲-۱- بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول آمار و اطلاعات به‌دست آمده از مرکز آمار وزارت صنایع و معادن در خصوص ظرفیت واحدهای موجود و فعال تولیدکننده پلی‌یورتان منقطع و سخت به جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۸): تعداد کارخانه‌های فعال واقع در استان‌ها به تفکیک و ظرفیت کل تولید فوم پلی‌یورتان منقطع و سخت در ایران

ردیف	نام استان	تعداد کارخانه	ظرفیت (تن)
۱	آذربایجان شرقی	۱	۳۰۰۰
۲	اصفهان	۳	۲۸۰
۳	تهران	۱	۳۵۲۸۰
۴	مرکزی	۱	۶۰۰
	جمع	۶	۳۹۱۶۰

۲-۲- بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز)

با توجه به مصرف بیش از پیش پلی‌یورتان در صنایع خودروسازی و ساخت خانه، واحدهای زیادی برای سرمایه‌گذاری تقاضا داده‌اند، ولی اکثر آن‌ها در مراحل ابتدایی کار طرح را رها نموده‌اند و به کمک وام آن

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۱۴)

صنعتی دیگر را راه اندازی نموده اند. در صورتی که طرح‌های موجود به مرحله اجرا برسد، ایران به عنوان یکی از بزرگترین کشورهای تولید کننده فوم (منعطف و سخت) در دنیا مطرح خواهد شد.

جدول (۱۰): تعداد و ظرفیت طرح‌های با ۲۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت تولید فوم پلی‌اورتان

نام کالا	تعداد طرح‌های با درصد پیشرفت فیزیکی ۲۰ درصد	ظرفیت تولید	واحد کالا
فوم منعطف پلی‌اورتان	۴۰	۴۳۶۸۸۰	تن
فوم سخت پلی‌اورتان	۱۹	۱۵۰۲۶۵	تن
جمع	۵۹	۵۸۷۱۴۵	تن

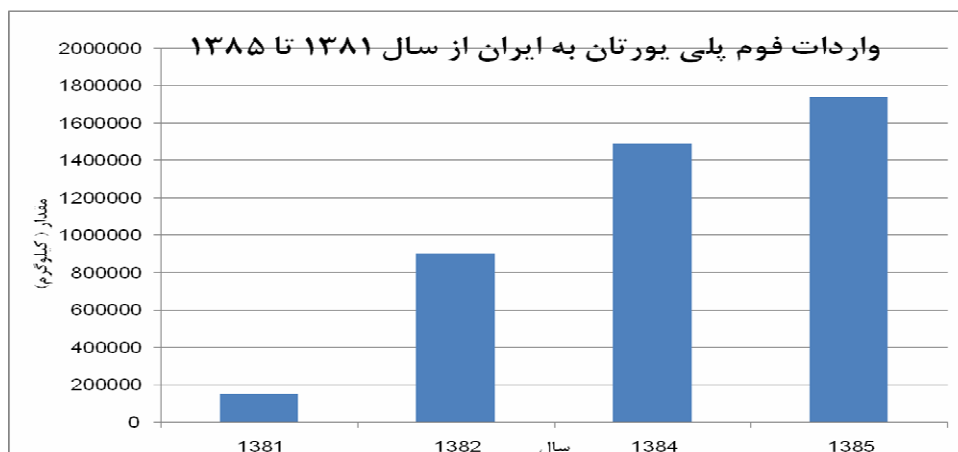
بررسی آمار و اطلاعات واحدهای صنعتی در دست اجرای کشور فوم پلی‌اورتان، نشان می‌دهد طرح در حال احداثی با پیشرفت فیزیکی، بیشتر از ۲۰ درصد وجود ندارد و کلیه واحدهای در دست اجرای کشور، کمتر از ۲۰ درصد پیشرفت داشته‌اند که آمار آن در جدول فوق ارائه شده است.

۲-۲- بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴ (چقدر از کجا)

جدول (۱۳): آمار واردات فوم پلی‌اورتان در سال‌های اخیر

عنوان		سال ۱۳۸۱		سال ۱۳۸۲		سال ۱۳۸۴		سال ۱۳۸۵	
		وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش
ساندویچ سقف کاذب									
سایر صفحه‌ها و ورقه‌ها و مواد پلاستیکی اسفنجی به غیر از سقف کاذب		۱۵۲	۵۰۷۸۳۶	۹۰۵	۶۴۰۱۱۸۴	۱۰۹۱	۱۷۱۶۶۹	۱۳۲۲	۲۴۹۷۲۷۰

وزن: تن ارزش: دلار



جدول (۱۴): مهم‌ترین کشورهای تأمین‌کننده محصولات فوم پلی‌یورتان شرکت‌های داخلی

سال ۱۳۸۵			سال ۱۳۸۴			سال ۱۳۸۲			عنوان محصول	نام کشور
درصد از کل	ارزش	وزن	درصد از کل	ارزش	وزن	درصد از کل	ارزش	وزن		
۷۹	۲۹۴۵۶۸۵	۸۰	۳۵	۳۴۴۱۴۰۰	۳۱۸	۴۵	۴۵۴۰۲۹۱	۴۰۴	ساندویچ سقف کاذب	آلمان
۸۳	۱۹۴۴۴۸۶	۱۱۰۸	۹۵	۱۶۳۷۴۰	۱۰۴۱	-	-	-	سایر صفحه‌ها و ورقه‌ها و مواد پلاستیکی اسفنجی	چین

۲-۴- بررسی روند مصرف از آغاز برنامه

برای بررسی روند مصرف می‌توان به روند واردات فوم را مورد توجه قرار داد. همانطور که ملاحظه می‌شود واردات این ماده طی سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ افزایش چشم‌گیری داشته است. همچنین می‌توان روند مصرف را با توجه به روند تولید صنایع مرتبط با پلی‌یورتان مورد توجه قرار داد. در زمینه ساختمان‌سازی، با توجه به دستورهای مبتنی بر صرفه‌جویی در سوخت مصرف آن به عنوان عایق گسترش یافته، همچنین با توجه به سبک بودن و راحتی به همراه فوم پلی‌استایرن برای سقف کاذب به کار می‌روند. به خوبی مشخص است که خودرو نیز روند رو به رشدی را در تولید طی سالیان اخیر طی کرده و بالطبع مصرف پلی‌یورتان نیز افزایش یافته است.

با توجه به میزان تولید، واردات و صادرات فوم پلی‌یورتان، میزان مصرف این محصول در سال‌های اخیر، حدود ۲۰۰۰۰ تن در سال تخمین زده می‌شود.

۲-۵- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴ و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است).

مبادلات تجاری فوم‌های پلی‌یورتان با توجه به حجم بالایی که دارند چندان متداول نیست و اکثر تولید پلی‌یورتان در همه دنیا، عمدتاً در محل تولید مصرف می‌شود.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۶)

جدول (۱۵): آمار صادرات پلی‌یورتان در سال‌های اخیر

سال ۱۳۸۵		سال ۱۳۸۴		سال ۱۳۸۳		سال ۱۳۸۲		سال ۱۳۸۱		عنوان
ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	
۸۶۰۰۰	۳۷	۲۹۹۶۶	۱۳	۱۴۸۳۲	۶	۷۷۲۳۰۰	۱۶۵	۱۸۱۶۷۵	۵۵	ساندویچ سقف کاذب
۲۲۹۶۱۸۰	۶۲۸	۱۱۹۶۶۵۸	۳۲۷	۶۱۱۵۵۹	۱۰۹					سایر صفحه‌ها و ورقه‌ها و مواد پلاستیکی اسفنجی به غیر از سقف کاذب

وزن: تن ارزش: دلار

جدول (۱۶): مهم‌ترین کشورهای مقصد صادرات پلی‌یورتان

صادرات سال ۱۳۸۵			صادرات سال ۱۳۸۴			صادرات در سال ۱۳۸۳			صادرات در سال ۱۳۸۲			عنوان محصول	نام کشور
درصد از کل	ارزش	وزن	درصد از کل	ارزش	وزن	درصد از کل	ارزش	وزن	درصد از کل	ارزش	وزن		
۵۹	۷۲۵۸۰۶	۳۷۰	۱۰	۱۵۶۱۳۷	۲۸	۲۱	۱۸۳۷۷۹	۲۹	۷۰	۱۶۹۷۹۵	۲۵۵	سایر صفحه‌ها و ورقه‌ها و مواد پلاستیکی اسفنجی	آذربایجان
۲۱	۳۴۲۵۰۰	۱۳۳	۱۹	۴۱۰۷۷۲	۵۳	۷۹	۶۱۱۵۶۹	۱۰۹	۲۰	۲۸۱۷۷۳	۴۵	به غیر از سقف کاذب	ارمنستان

وزن: تن ارزش: دلار

* ساندویچ سقف کاذب بسیار کم صادر می‌شود. صادرات آن در هر سال حدود ۱۰ تن و به کشورهای عراق، ترکمنستان می‌باشد.

۲-۶- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم

همانطور که در آمار ارائه شده دیده می‌شود، مصرف این ماده در هر سال افزایش یافته است ولی همانطور که گفته شد، اکثر فوم تولید شده در همان محل تولید مصرف می‌شود و واردات و صادرات آن به خصوص در بازارهای دور از مبدا چندان متداول نیست. با توجه گسترش صنایع مربوط به پلی‌یورتان از جمله خانه و خودرو سازی، می‌توان رشد مناسبی را برای بازار مصرف کشورهای خاورمیانه در نظر داشت. تولید این ماده در سال ۲۰۰۴ در خاورمیانه حدود ۳۶۷ هزار تن و مصرف آن ۴۲۸ هزار تن برآورد شده است. پیش بینی می‌شود بازار مصرف فوم‌های پلی‌یورتان حدوداً در سال ۴ درصد رشد داشته باشد. بنابراین میزان مصرف کشور در سال ۱۳۹۰، حدود ۲۵ هزار تن در سال برآورد می‌شود. با در نظر گرفتن ده درصد رشد

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۷)



سالیانه صادرات فوم پلی‌یورتان، میزان صادرات کشور در سال ۱۳۹۰، حدود ۸۰۰ تن تخمین زده می‌شود. در نتیجه در سال ۱۳۹۰، به ۲۶۰۰۰ تن فوم پلی‌یورتان، برای مصرف داخل و صادرات، مورد نیاز است. همانطور که قبلاً اشاره گردید، میزان تولید فوم پلی‌یورتان کشور در سال‌های اخیر، حدود ۱۹۰۰۰ تن است. با در نظر گرفتن به بهره‌برداری رسیدن ۱۰ درصد ظرفت واحدهای در دست اجرای کنونی تا سال ۱۳۹۰ (که همه آنها کمتر از ۲۰ درصد پیشرفت داشته‌اند)، حدود ۶۰۰۰۰ تن به میزان تولید فوم سخت و منعطف پلی‌یورتان کشور افزوده می‌شود. بنابراین میزان تولید کشور در سال ۱۳۹۰، حدود ۷۹۰۰۰ تن در سال برآورد می‌شود. با توجه به برآورد میزان تولید و مصرف محصول ذکر شده، میزان ۵۳۰۰۰ تن محصول فوق‌مازاد بر نیاز می‌باشد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۸)

۳- بررسی اجمالی تکنولوژی و روش‌های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه

آن با دیگر کشورها

در این مطالعه با توجه به مصرف بالاتر فوم منعطف فرایند تولید این فوم مورد توجه قرار گرفته است.

امروزه بیشتر فوم‌های پلی‌یورتان در فرایندی تک مرحله‌ای تهیه می‌شود. در این فرایند، پلی‌ال‌ها، ایزوسیانات‌ها، افزودنی‌ها، عامل پف کردن، به‌طور هم‌زمان مخلوط شده و به دستگاه مخصوص فوم‌سازی فرستاده می‌شود. در فرایند تولید پلی‌یورتان، ماده مایع نظیر پلی‌استر، پلی‌اتر و یا پلی‌ال‌ها به همراه یک ایزوسیانات واکنش داده می‌شوند تا محصولی بر مبنای پلی‌یورتان به دست آید. در ابتدا این واکنش طی دو مرحله انجام می‌شود. در این روش، بایستی ایزوسیانات پیش از مخلوط شدن با مواد نهایی پلی‌میریزه شود. از این روش امروزه برای تولید الاستومرهای پلی‌یورتان استفاده می‌شود که مورد بحث ما نیست.

کنترل فراهم آوردن اجزا جهت ارسال به تولید فوم، فرایند انتهایی مرطوب (Wet end processing) نام دارد. در سیستم‌های فوم، اجزای تشکیل‌دهنده فاز مایع با نسبت مشخصی پیش مخلوط شده‌اند و جهت تولید فوم و اسپری کردن مهیا می‌باشند. فوم‌های منعطف، نیمه سخت و سخت طی فرایندهایی پیوسته در دستگاه‌هایی بزرگ شکل می‌گیرند. این فوم‌ها را می‌توان در عملیات غیر پیوسته با قالب‌گیری‌های مشخص انجام شود. مواد خام یا به صورت جداگانه معین شده و سپس با هم مخلوط می‌شوند یا اینکه به دو دسته تقسیم می‌شوند: بخشی شامل پلی‌ال‌ها و و افزودنی‌های تطابق‌پذیر با آن و دیگری شامل ایزوسیانات‌ها و افزودنی‌های مربوط به آن می‌شود. این دو دسته پیش از پاشیده شدن، به همزن ارسال می‌شود.

عملیات فرایند

ترتیب عملیات اصلی فرایند در دیاگرامی بلوکی در شکل زیر آمده است. مواد اولیه در تانکی نزدیکی دستگاه فوم‌ساز ذخیره می‌شوند و در صورت لزوم پیش از وارد شدن به دستگاه توسط ژاکت‌های حرارتی یا در سیکل‌هایی خاص به درجه حرارت مورد نظر رسیده و همچنین در مخازنی همزن‌دار همگن می‌شود. سپس پمپ‌های جابه‌جایی مثبت (رفت و برگشتی) به یک همزن که ممکن است در مخزن یا محفظه‌ای جدا قرار داشته باشد، ارسال می‌شود. در برخی موارد، جهت کنترل تشکیل سلول، هوا نیز به سیستم اضافه می‌شود.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۹)

تجهیزات مورد نیاز

در این فرایند، دستگاهی جهت تشکیل فوم مورد نیاز است که بسته به نوع فوم به انواع زیر تقسیم می‌شود:

- تجهیزات اسپری کردن
- تجهیزات قالب گیری بتنی برای فوم‌های منعطف یا سخت
- صفحه کننده جهت تولید پنل هایی با فوم سخت
- ماشین های قالب گیری برای فوم‌های میکروسلولی پیچیده و تولید مواد جامد

ماشین های اسپری کردن که برای پاشش مواد اولیه استفاده می شود، به کمک پمپ هایی با نیروی محرکه هوای فشرده عمل می‌کنند و لوله رابط بین ماشین و همزن بایستی طول و انعطاف پذیری لازم را داشته باشد.

در فوم‌ها بتنی و صفحه ای، شکل دادن به کمک محدود کردن مخلوط واکنش در یک صفحه یا ورقه ای شکل انجام می شود. ورق ها با حامل هایی پشتیبانی می شود.

جهت قالب گیری، اشکال مورد نظر در قالب حاصل می شود. این اشکال، عمدتاً برای تولید محصولات ابتدایی به کار می رود. در این حالت، چنانچه مدت زمان قالب گیری اهمیتی نداشته باشد، جهت تقویت فوم از فایبرگلاس استفاده می شود. در فرایند تولید، قالبگیری به همراه جلا دادن سطح فوم با یک فلز انجام می شود تا قابلیت چاپ طرح داشته باشد.

فشار عملیاتی

فرایندهای فشار پایین عمدتاً جهت محصولات بدون نیاز به قالبگیری استفاده می شود. در این موارد، پمپ تنها به منظور استفاده می شود. همزن ها، محفظه هایی با پره های چرخان دارند که با موتورهای هیدرولیک یا الکتریکی حرکت می کنند. هد فشار پایین، اختلاط عالی فراهم می نماید و می‌توان برای خروجی کم نیز از آن استفاده نمود. ایراد کار در فشار پایین آن است که به بایستی محل (سر) ریزش (mixhead) بایستی شستشو داده شود. بعد از توقف جریان، ممکن است نیاز باشد تا محل ریزش ابتدا با هوا تمیز شود و سپس در معرض حلال مناسب شستشو داده شود. محلول حاصل از شستشو را می‌توان یا به فاضلاب ارسال کرد یا آن را جهت بازیابی پلی‌ال به برج های مربوطه فرستاد. از دیگر معایب کار در فشار پایین آن است که انعطاف پذیری کمتری در مرحله هسته گذاری حباب فوم وجود دارد لذا اندازه سلول را نمی‌توان کنترل نمود.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۲۰)

در فرایندهای فشار بالا برای تولید محصولات سلولی با ورقه و واکنش تزریقی از هم زن‌های اصابتی (impingement mixers) استفاده می‌شود که به پمپ‌های فشار بالا نیاز دارد که سرعت مورد نیاز برای اختلاط مناسب فراهم شود.

در فرایندهای فشار بالا، فشار تصادم بین ۳۰۰۰-۹۰۰۰ psig قرار می‌گیرد. افزایش نیاز برای کاهش تیرانس در mixhead منجر به ارتقا سیستم سیرکوله کردن می‌شود که مواد سیرکوله شده به تانک ذخیره باز می‌گردد. فشار برگشتی به کمک یک شیر ماسوره‌ای که حین عمل ریزش باز می‌شود، کنترل می‌شود. برای عملیات ریزش پیوسته، یک حلقه سیرکوله دوم جهت کنترل دمای مخلوط مواد درون راکتور، در نظر گرفته می‌شود از آنجا که فرایند در فشار بالا حرارت قابل توجهی در mixhead ایجاد می‌نماید. mixhead ها هیدرولیکی باز و بسته می‌شوند و نیازی به تمیز کردن آن نمی‌باشد.

مخلوط واکنش می‌تواند در فشار بالا یا پایین به قالب تزریق شود. قالب می‌تواند در حین عملیات ریخته شدن مواد باز بوده و سپس بسته شود و یا اینکه از ابتدا بسته بوده و مواد از روزنه‌ای در قالب ریخته شود. قالب‌ها، می‌توانند روی تسمه یا با حمل‌کننده‌های ثابت جابجا شود.

سیستم‌های کنترل

کنترل فرایند سیستم برای تولید فوم از یک سیستم بسیار ساده خاموش/روشن که محرک آن به صورت دستی عمل می‌کند تا سیستم‌های پیچیده با منطق پیچیده و داده‌های آماری وجود دارد. در سیستم‌های قابل برنامه‌ریزی معمولاً از نمایشگر CRT برای نمایش اطلاعات و کنترل فرایند استفاده می‌شود که به کمک آن می‌توان فرایند را کنترل نمود. علاوه بر کنترل ماشین فوم‌سازی، می‌توان سیستم حمل‌کننده، سرهمزن mixhead و قالب‌گیری را نیز کنترل نمود.

فرایند تولید پلی‌اورتان به صورت صفحه‌بتنی

دو دسته از این نوع فوم منعطف که به صورت اقتصادی تولید می‌شود: دسته اول، فوم‌هایی بر مبنای پلی‌استر منعطف که جهت تشکیل لایه با منسوجاتی نظیر پوشاک، صندلی و زیر فرش استفاده می‌شود. تولید دسته دیگر، بر مبنای پلی‌اترهاست استاندارد می‌باشد این فوم‌ها جهندگی بالایی دارند و در مبلمان یا تخت استفاده می‌شود. فرمول بندی اجزای تشکیل دهنده فوم در زیر آمده است.

فرمول اجزای تشکیل دهنده

فوم‌ها، اکثراً بر پایه دی‌ایزوسیانات تولوئن می‌باشند. پلی‌ال‌ها نیز بیشتر بر مبنای ترکیبات پلی‌اتر یا پلی‌استرنند. البته در برخی موارد از مخلوط پلی‌ال‌های مختلف استفاده شده است که موجب بهبود کیفیت

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۲۱)

تحمل بار فوم می‌شود. برای افزایش جهندگی فوم و افزایش تحمل بار فوم می‌توان از کوپلیمرها استفاده کرد.

سایر مواد تشکیل دهنده شامل بازدارنده‌های آتش‌گیری، پرکننده‌ها، عوامل پفزا، پوشش‌های سطحی و کاتالیست‌ها می‌باشند. انتخاب نوع بازدارنده آتش به کاربرد، محدودیت‌های قانونی و برآورد خطر آتش بستگی دارد ولی اکثراً از هیدروکربن‌های هالوژنه شده و کلروفسفات‌استرها بدین منظور در فوم‌های سخت و منعطف استفاده می‌شود. با افزودن پودر ملامین به مواد ضد آتش می‌توان مقاومت احتراقی را بیش از پیش افزایش داد. موادی نظیر آلومینیوم تری‌هیدرات و سایر پرکننده‌ها هم به عنوان ضد آتش و هم به عنوان پرکننده استفاده می‌شوند. پرکننده‌های رشته‌ای را می‌توان به منظور کاهش قیمت و افزایش مقاومت فشاری اضافه نمود.

مواد پفزا برای فوم‌های منعطف مخلوطی از متیل کلراید، CFC و دی‌اکسید کربن حاصله از واکنش دی‌ایزوسیانات با آب می‌باشد. فوم‌هایی که در آن از CO_2 ، به عنوان ماده پفزا استفاده می‌شود، در بازار به فوم‌های water-blown خوانده می‌شود. مشخصه فوم با عامل پفزا دی‌اکسید کربن، ساختار سلولی باز یا به هم پیوسته می‌باشد در حالیکه فوم با عامل پفزا CFC، فوم‌هایی با سلول‌های بسته ایجاد می‌کند که مشخصه فوم‌های سخت است.

محصولات فوم Slabstock

ماشین‌های متعددی برای شکل دادن و تهیه محصول نهایی از بلوک‌های پلی‌یورتانی موجود می‌باشد. رایج‌ترین این دستگاه‌ها دستگاه‌های برش افقی و عمودی می‌باشد. ورق‌های حاصله ممکن است به همراه منسوجات در مبلمان یا البسه به کار رود. فوم‌ها را می‌توان با مقطع مدور نیز شکل داد که کاربردهای مخصوص به خود را خواهد داشت.

شرح فرایند

فرایند تهیه فوم به صورت عمودی، تکنولوژی نسبتاً جدیدی در تولید فوم است. اولین پتنت در سال ۱۹۸۶ ثبت شد که در سال بعد از آن به صورت اقتصادی نیز مطرح شد. در اینجا نیز این روش تولید، شرح داده شده است. این روش‌ها بر مبنای گزارش SRI تهیه شده است و لزوماً به معنای اقتصادی بودن روش نمی‌باشد.

مزایای این روش تولید عبارتند از:

- کاهش فضای اشغال شده

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	صفحه (۲۲)	

- کاهش مواد ضایعاتی
- قابلیت تولید فوم با مقطع استوانه‌ای
- بهبود چگالی و سختی فوم به صورت یکنواخت
- نقطه تسلیم (Yield) بالاتر
- قابلیت تولید در ظرفیت‌های مختلف (۳۶۲۹-۴۵۳ تن در سال)
- قابلیت همراه شدن فرایند با سیکل بازیابی عامل پفزا و یا کاهش گسیل

مزیت اصلی فرایند تولید Slabstock به صورت عمودی قابلیت تولید فوم مرغوب با سطح مقطع دایره‌ای می‌باشد. دستگاه به گونه‌ای طراحی شده است که mixhead می‌تواند به یک برج مدور مربوط شوند که در صورت نیاز بلوک دایره‌ای ایجاد نماید.

فرایند تولید فوم در یک محفظه انبساط و اگر انجام می‌شود. این محفظه توسط صفحات متحرک ماده به فرم شبکه که از بالا با سرعتی معادل حرکت ماده فوم کشیده می‌شود، محدود شده است. عرض Bun ، in ، ۸۷ ، ارتفاع آن ۵۰ in و فاصله تیغه‌ها کمتر از ۱۰ ft می‌باشد. بلوک فوم از نوع water-blown با چگالی متوسط 1.37 lb/ft^3 است. بلوک‌ها تقریباً به مدت حداقل ۱۶ ساعت برای سخت شدن پیش از تهیه محصول نهایی نگه داشته می‌شوند. در این طرح، انباری برای ذخیره Slabstock تولیدی با ظرفیت معادل ۵ روز تولید در نظر گرفته شده است.

در کلیه فرایندهای تولید Bun، Slabstock پوسته‌ای را تولید می‌کند که بایستی قبل از هر گونه اعمال اضافی زوائد آن گرفته شود. معمولاً در حین عملیات نهایی نیز، میزانی از فوم به ضایعات تبدیل می‌شود. این ضایعات، فیزیکی بوده و میزان آن به عوامل متعددی از جمله محل مصرف نهایی، یکپارچگی فوم، پرتوگیری سطح در حین تشکیل فوم بستگی دارد.

ضایعات فوم تولیدی از فرایند در دستگاه عمودی ۴ درصد در نظر گرفته شده است. فرایند افقی بازده کمتری دارد و ضایعات در آن به حدود ۱۰ درصد می‌رسد چون در این فرایند فوم تولیدی یکپارچگی کمتری دارد.

ضایعات شیمیایی در نتیجه تولید دی‌اکسید کربن در اثر واکنش‌ها حین تولید فوم است، ایجاد می‌شود. در هر دو روش میزان ضایعات شیمیایی ۸/۵ درصد، یا به عبارت دیگر بازده شیمیایی فرایند، ۹۱/۵ درصد می‌باشد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۲۳)

مفروضات انجام شده برای تولید فوم Slabstock در زیر آمده است.

علاوه بر تانک‌های ذخیره پلی ال (T-101 A&B) و ایزوسیانات (T-102)، تانکی نیز برای فرئون در نظر گرفته می‌شود تا فوم انعطاف بیشتری داشته باشد. برای جلوگیری از ته نشینی جامدات، ممکن است جریانی از خوراک سیرکوله شود که در این طراحی لحاظ نشده است. در تانک‌های خوراک، (پلی اتر V-101 و پلی ال V-102) هم زدن به کمک جریان بازگشتی انجام می‌شود. در مسیر این جریان بازگشتی مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای قرار می‌گیرد تا این جریان را به دمای تانک (20 C) برساند. یک واحد چیلر نیز برای رساندن آب به 4 C برای عملیات حرارتی در نظر گرفته شده است.

مواد افزودنی به مخزن خوراک اضافه می‌شوند تا به همراه خوراک به mixhead پمپ شود. مجموعه پمپ شامل یک پمپ با بازده بالا، یک شیر سوزنی، فلومتر و لوله کشی تا دستگاه می‌باشد. Mixhead، یک همزن مکانیکیست که در فشار پایین عمل می‌کند. این وسیله، یک همزن با موتور مکانیکی و همچنین تجهیزات لازم برای سیرکوله کردن را داراست.

جهت فرایند پیوسته تولید فوم، بایستی اکثر فرایندهای فوم‌سازی در محفظه واگرای انبساط شکل گیرد. محفظه بالایی، با فومی که پیش از این در دیواره‌های دستگاه منبسط شده است، مشخص می‌شود. مرز بین مایع و ماده ژل شده به صورت افقیست بنابراین جاذبه بر روی آن اثری ندارد. نشست، که به طور معمول در ماشین‌های فوم‌سازی رخ می‌دهد، در اینجا مطرح نمی‌شود و هر سرعت تولید که توسط طول حرکت مواد و زمان توقف آن‌ها در دستگاه تعیین می‌شود، قابل حصول است.

دو ورقه متفاوت از مواد جهت شکل‌گیری اولیه فوم استفاده می‌شود. نوع اول، صفحه‌ای کاغذیست که در دو جهت مخالف از پایین برج فوم‌ساز تا بالای محدوده خوراک کشیده شده است. نوع دوم، فیلم پلی اتیلنی است که در دو جهت دیگر قرار می‌گیرد. این فیلم و صفحه کاغذ، از پایین تا بالای دیواره برج حرکت کرده و در انتهای برج توسط غلتک‌هایی مجدداً به پایین فرستاده می‌شود. این غلتک‌ها، به منظور فراهم آوردن تنظیم لازم برای tension صفحات متحرک مواد استفاده می‌شوند. سرعت حرکت غلتک‌ها برابر سرعت کشیدن پین‌های بالابر است. کنترلرهای لازم بای این ماشین‌عمدتاً، در میان پایه قرار می‌گیرد.

ماده فوم شده، ابتدا در مراحل میانی واکنش با صفحه متحرک برخورد می‌کند و حجم آن حداقل ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. صفحات متحرک پلی اتیلن، به طور پیوسته با صفحات نازک بالابری تقویت می‌شود. این صفحات پین‌هایی دارند که درون فیلم پلی اتیلن نفوذ کرده که به حرکت فوم به بالای برج کمک می‌کند.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	صفحه (۲۴)	

پین‌های بالابر عمودی با سرعت‌های مختلف در هر چهار جهت بلوک بالا رونده قرار می‌گیرد. این پین‌ها برای فرایند همزمان یا هماهنگ طراحی شده‌اند. طول این پین‌ها ۱ cm و فاصله عمودی و پهلو به پهلو آن‌ها، ۵ cm است. پین‌ها معمولاً تنها به اندازه‌ای از ضخامت صفحه در فوم بلوکی فرو می‌روند که برای پاک کردن ظاهر فوم قرار است زدوده شود. در بالای برج همانطور که اشاره شد، درست پیش از تیغ، جهت حرکت پین‌ها عوض شده و مجدداً به پایین برج باز می‌گردند.

دستگاه در هر شیفت تقریباً، 3.24 ساعت کار می‌کند و حدود ۷۶ بلوک بدون پرداخت نهایی تولید می‌کند. پس از رسیدن به طول تعیین شده، بلوک فوم توسط تیغ‌هایی بریده می‌شود و توسط پین‌های متحرک به تسمه‌ای ارسال می‌شود که آن‌ها را بر روی زمین قرار می‌دهد. دستگاه برای طول و تعداد بلوک‌های برشی متفاوت قابل برنامه‌ریزیست.

بلوک‌های حاصل شده، به بخش عمل آوردن (Curing) فرستاده می‌شوند. در این زمان، یک تعویض گازی رخ می‌دهد. دی‌اکسید کربن موجود در سلول‌ها به آهستگی با هوای نفوذی جایگزین می‌شود. چنانچه هوا به میان Bun برسد، ممکن است بین هوا و ایزوسیانات یا پلی‌ال واکنش نداده، یک اکسیداسیون گرمازا رخ دهد که منجر به آتش گرفتن خود به خود فوم شود. این خطر تنها در مورد فوم‌هایی بر پایه پلی‌استر وجود دارد و به همین علت نیز بخش عمل آوردن فوم از سایر بخش‌ها مجزا است. بایستی پیشگیری‌های لازم و همچنین پیش‌بینی لازم در صورت وقوع آتش‌سوزی در کارگاه انجام شده باشد. پس از این مرحله، Bun برای تولید فوم نهایی به قسمت‌های مربوطه ارسال می‌شود.

بررسی فرایند

همانطور که پیش از این اشاره شد، تولید فوم به صورت عمودی انعطاف بسیار مناسبی در مورد سرعت و شکل تولید داراست. تجهیزات کمکی زیر نیز که در این فرایند می‌توان استفاده کرد در زیر آمده است. تجهیزات این فرایند مکانیکی طراحی شده‌اند تا فوم را بتوان در محدوده چگالی بین 13 oz/ft^3 تا 1 lb/ft^3 تولید نماییم. سرعت حرکت ورقه‌ها نیز بین $5-1 \text{ ft/min}$ متغیر است. برای انواع مواد تشکیل دهنده، حداکثر سرعت حرکت ورقه‌ها و چگالی محصول، ظرفیت نهایی واحد را برای ولید فوم با ابعاد مشخص تعیین می‌کند. این دستگاه می‌تواند فوم‌هایی در محدوده‌ی ابعاد زیر تولید نماید.

ارتفاع بلوک: ۳۹-۵۰ in

عرض بلوک: ۵۵-۸۷ in

طول بلوک: ۳۹-۱۱۷ in

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۲۵)

سرعت واقعی تولید مستقل از فرمولاسیون و زمان عمل آوردن است. به عنوان مثال برای تولید فوم با چگالی کمتر از lb/ft^3 به عنوان ماده پفزا علاوه بر آب بایستی CFC یا متیل کلراید اضافه شود تا احتمال سوختن فوم کاهش یابد. همچنین فراربت بالای CFC به کاهش چگالی محصول کمک می‌کند. مواد پفزا کمکی برای تولید فوم‌های منعطف و همچنین جلوگیری از آتش‌گیری فوم و افزایش نقطه تسلیم نیز استفاده می‌شود.

در فرایند تولید عمودی فوم، معمولاً مواد فرار جدا شده از فوم بازیابی نمی‌شوند. با انجام همراه هم عمل آوردن و تولید فوم، CFC یا سایر عوامل فعال را می‌توان بازیابی کرد. امروزه از جذب سطحی کربن فعال یا غشا برای بازیابی این مواد استفاده می‌شود.

فرایندهای مشهور تولید افقی فوم منعطف به صورت Slabstock، عبارتند از: فرایند Dreka-Petsekis و فرایند MAXfoam®. هر دو این فرایندها را می‌توان با ابزاری برای جذب غبار همراه کرد ولی از آنجا که خط تولید به صورت افقی می‌باشد، به فضای بیشتری نیاز دارند.

در فرایند Dreka-Petsekis، مخلوط مواد اولیه بر روی یک صفحه متحرک شیب دار پاشیده می‌شود. Bun تولید شده در این فرایند، در قسمت بالایی برجستگی دارد که موجب پایین آمدن نقطه تسلیم می‌شود. در فرایند MAXfoam®، حرکت رو به پایین مخلوط فوم، به کمک یک صفحه و ظرف انجام می‌شود. فوم تولیدی به شکل مستطیل است که به علت کاهش دورریز و ضایعاتی موجب بالاتر رفتن نقطه تسلیم می‌شود.

این فرایند بر فرایند Dreka-Petsekis ارجحیت دارد و مقایسه فرایند تولید به صورت عمودی و افقی بر مبنای این فرایند صورت گرفته است.

برآورد هزینه

هزینه واحد تولید پلی‌یورتان به صورت عمودی و افقی در زیر مقایسه شده است. ظرفیت خط تولید، 2722 ton/year پلی‌یورتان منعطف می‌باشد. سرمایه‌گذاری لازم جهت خط تولید $9/6$ میلیون دلار برآورد شده است. در این برآورد، ۲۵ درصد به هزینه‌های پیش‌بینی نشده تخصیص یافته است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	صفحه (۲۶)	

۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در فرآیند

تولید محصول

مطالعات مختلف بر روی محدودیت تولید فوم با روش‌های افقی و عمودی انجام شده است که هر یک از آن‌ها را برای مورد خاصی مفید می‌داند. فرایند تولید MAXfoam®، با توجه به وضعیت فیزیکی دستگاه سرعت تولید کمتری دارد و برای تولید فوم با حجم زیاد کاربرد دارد. دستگاه‌های بزرگ هزینه اولیه زیادی را تحمیل می‌کنند حال آنکه کاربرد چندانی ندارند. فرایند تولید عمودی فوم سرعت بیشتری برای تولید دارد که این سرعت با توجه به ماده تشکیل دهنده فوم، تعیین می‌شود. در صورت نیاز، این ماشین‌ها می‌توانند در سرعت پایین‌تر نیز عمل نمایند.

کنترل دقیق‌تر دما در خوراک شیمیایی توسط تبرید کمکی و تجهیزات کنترل فرایند برای یکنواختی بیشتر محصول تولیدی مورد نیاز است. با این وجود، اتوماسیون بیشتر سیستم یک بهینه‌سازی به شمار می‌رود که تحت شرایط خاص و بنا به نوع تولید ممکن است انتخاب شود. در این مقایسه، فرض شده است که فرایند تولید افقی به وسیله‌ای کنترلی نیاز ندارد حال آنکه فرایند تولید عمودی به همراه تجهیزات اضافی برای اتوماسیون بیشتر در نظر گرفته شده است. بنابراین این فرایند به جای ۴ نفر در مورد فرایند افقی، به ۳ نفر نیاز می‌باشد. البته بایستی در نظر داشت، کارگران در دستگاه تولید فوم به صورت افقی زمان آزاد بیشتری خواهند داشت و می‌توان از آن‌ها در کارهای دیگر نیز استفاده کرد.

با وجود اینکه هزینه اولیه خط تولید عمودی کمتر است (\$10.9 for vertical, \$9.6 million) (horizontal)، همچنین هزینه‌های عملیاتی خط تولید عمودی کمتر از روش‌های متداول تولید افقیست. همانطور که در جدول زیر نشان داده شده است، مصرف انرژی در مورد خط تولید عمودی کمتر است. همچنین با مراجعه به مرجع SRI، ملاحظه می‌شود که خط تولید عمودی با توجه به فضای کمتری که نیاز دارد و همچنین مصرف پایین‌تر انرژی و هزینه اولیه و هزینه کارگر کمتر، سود بیشتری را در اختیار ما قرار می‌دهد. با وجود این سوددهی و امکان پیش‌رو جهت ارتقای سیستم تولیدی با در نظر داشتن فاکتورهای محلی، می‌توان گفت فرایند تولید عمودی به صرفه‌تر است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی	صفحه (۲۷)	

۵- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌های فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و ...)

در این بخش بررسی‌های پارامترهای مهم اقتصادی احداث یک واحد صنعتی تولید پلی‌فوم یورتان منعطف با حداقل ظرفیت اقتصادی نظیر؛ برآورد هزینه‌های ثابت و در گردش مورد نیاز واحد، نقطه سر به سر، سرانه سرمایه‌گذاری و ... انجام می‌گیرد. برای این منظور ابتدا برنامه سالیانه تولید واحد مورد نظر، بر اساس مشخصات فنی ماشین‌آلات خط تولید، برآورد می‌شود که در جدول زیر ارائه شده است. لازم به ذکر است؛ تولید سالیانه بر اساس تعداد ۳ شیفت کاری ۸ ساعته برای ۳۰۰ روز کاری محاسبه گردیده است.

جدول (۱۷): برنامه سالیانه تولید

ردیف	شرح	واحد	ظرفیت سالیانه	قیمت فروش واحد (ریال)	کل ارزش فروش (میلیون ریال)
۱	تولید فوم منعطف پلی‌یورتان	Kg	۱۰۰۰۰۰۰	۴۵۰۰	۴۵۰۰
مجموع (میلیون ریال)					۴۵۰۰

۵-۱- اطلاعات مربوط به سرمایه ثابت طرح

سرمایه ثابت به آن دسته از دارائی‌ها اطلاق می‌شود که دارای طبیعتی ماندگار داشته که در جریان عملیات واحد تولیدی از آنها استفاده می‌شود. این دارائی‌ها شامل زمین، ساختمان، وسایل نقلیه، ماشین‌آلات تولید، تأسیسات جانبی و ... می‌باشد که در ادامه هر یک از آنها برای واحد تولیدی پلی‌یورتان محاسبه می‌شود.

۵-۱-۱- هزینه‌های زمین و ساختمان‌سازی

برای محاسبه هزینه‌های تهیه زمین و ساختمان‌های مورد نیاز این واحد، لازم است اندازه بناهای مورد نیاز از قبیل؛ سالن تولید، انبارها، ساختمان‌های اداری، محوطه، پارکینگ و ... برآورد شود. سپس مقدار زمین

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۲۸)

مورد نیاز برای احداث بناها با در نظر گرفتن توسعه طرح در آینده، محاسبه شود. در جداول زیر مقدار زمین و انواع بناهای مورد نیاز، برآورد و هزینه‌های تهیه آنها محاسبه شده است.

جدول (۱۸): هزینه‌های زمین

ردیف	شرح	ابعاد (متر مربع)	بهای هر متر مربع (ریال)	جمع (میلیون ریال)
۱	زمین سالن‌های تولید و انبار	۲۰۰۰۰	۲۲۰/۰۰۰	۴۴۰۰
۲	زمین ساختمان‌های اداری، خدماتی و عمومی	۱۵۰۰		۳۳۰
۳	زمین محوطه	۲۰۰۰		۴۴۰
۴	زمین توسعه طرح	۱۰۰۰		۲۲۰
	جمع زمین مورد نیاز (متر مربع)	۲۴۵۰۰	مجموع (میلیون ریال)	۵۳۹۰

جدول (۱۹): هزینه‌های ساختمان‌سازی

ردیف	شرح	مساحت (مترمربع)	بهای هر متر مربع (ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	سوله خط تولید	۵۰۰۰	۱/۷۵۰/۰۰۰	۸۷۵۰
۲	انبارها	۱۰۰۰۰	۱/۲۵۰/۰۰۰	۱۲۵۰۰
۳	ساختمان‌های اداری، خدماتی و عمومی	۱۵۰۰	۲/۵۰۰/۰۰۰	۳۷۵۰
۴	محوطه‌سازی، خیابان‌کشی، پارکینگ و فضای سبز	۱۰۰۰	۱۵۰/۰۰۰	۱۵۰
۵	دیوارکشی	۱۰۰۰	۳۰۰/۰۰۰	۳۰۰
	مجموع (میلیون ریال)			۲۵۴۵۰

۲-۱-۵- هزینه ماشین‌آلات و تجهیزات خط تولید

هزینه تهیه تجهیزات خط تولید براساس استعلام صورت گرفته از شرکت‌های مهم تولید کننده یا نمایندگی‌های معتبر برآورد می‌گردد. همچنین هزینه‌های جانبی تهیه ماشین‌آلات، شامل؛ هزینه‌های حمل

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۲۹)

و نقل، نصب و راه‌اندازی، عوارض گمرکی و ... نیز محاسبه می‌شود. در جدول زیر فهرست ماشین‌آلات تولیدی و تعداد مورد نیاز آن در خط تولید ارائه شده است و براساس قیمت‌های اخذ شده، هزینه‌های اصلی و جانبی تهیه ماشین‌آلات و تجهیزات، محاسبه گردیده است.

تجهیزات مورد نظر برای تولید فوم منعطف پلی‌یورتان در PFD های ارائه شده مشخص گردیده است. تنها مرجع معتبر برای تخمین قیمت های دستگاه ها، SRI است که گزارشات سالانه خود را برای خطوط مختلف و ظرفیت های گوناگون در مناطق آمریکا، ژاپن و آلمان منتشر می نماید. در این گزارش، مطالعه سال ۲۰۰۷ این موسسه معتبر در نظر گرفته شده است.

در این مرجع سه ظرفیت تولید برای بررسی اقتصادی معرفی شده است. ظرفیت های ارائه شده عبارتند از ۱۳۶۰، ۲۷۲۰ و ۵۴۴۰ تن در سال. با توجه به اینکه این ظرفیت ها بسیار بیشتر از مقدار تخمین زده شده برای ظرفیت تولید است و با توجه به آنکه در ظرفیت بیشتر هزینه کمتر است. برای تخمین قیمت خط تولید و تجهیزات از فرمول های ارائه شده در این کتاب ها استفاده می کنیم. فرمول به صورت زیر می باشد.

$$\left(\frac{\text{Plant Size 2}}{\text{Plant Size 1}}\right)^m = \frac{\text{Cost 2}}{\text{Cost 1}}$$

توان m نیز در این مرجع برای هر خط تولیدی ارائه شده است.

برای خط تولیدی با ظرفیت ۱۳۶۰ تن در سال، هزینه دستگاه ها، در ژاپن، ۳/۱۸ در آلمان ۳/۶۱ و در آمریکا ۲/۸۹ میلیون دلار و پارامتر m برای این واحد با این ظرفیت ۰/۴۳ برآورد شده است. با توجه به فرمول های ارائه شده، هزینه دستگاه ها در حدود ۲/۷۱ میلیون دلار برآورد می شود.

جدول (۲۰): هزینه ماشین‌آلات خط تولید

ردیف	شرح	تعداد	قیمت واحد	
			هزینه به ریال	هزینه به دلار
۱	تجهیزات	-	-	۲۷۱۰۰۰۰
۶	هزینه حمل و نقل، خرید خارجی، نصب و راه‌اندازی (۱۰ درصد کل)	-	-	۲۷۱۰۰۰
مجموع (میلیون ریال)			۲۹۲۱۳	

۳-۱-۵- هزینه‌های تأسیسات

هر واحد تولیدی، علاوه بر دستگاه‌های اصلی خط تولید، جهت تکمیل یا بهبود فرآیندها، نیاز به تجهیزات و تأسیسات جانبی، نظیر؛ تأسیسات گرمایش و سرمایش، آب، برق، دیگ بخار، کمپرسور،

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۳۰)

تأسیسات اطفاء حریق و ... خواهد داشت. انتخاب این موارد با توجه به ویژگی‌های فرآیند و محدودیت‌های منطقه‌ای و زیست‌محیطی انجام می‌گیرد. تأسیسات و تجهیزات مورد نیاز این طرح و هزینه‌های تهیه آن در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۲۱): هزینه‌های تأسیسات

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)
۱	تأسیسات سرمایش و گرمایش	۲۰۰
۲	تأسیسات اطفاء حریق	۵۰۰
۳	تأسیسات آب و فاضلاب	۱۰۰
	مجموع (میلیون ریال)	۸۰۰

۴-۱-۵- هزینه لوازم اداری و خدماتی

واحدهای اداری و خدماتی هر واحد تولید نیاز به لوازم و تجهیزات خاص خود را دارند که برای واحد تولید پلی‌یورتان در جدول زیر برآورد شده است.

جدول (۲۲): هزینه لوازم اداری و خدماتی

ردیف	شرح	تعداد	قیمت واحد (ریال)	جمع هزینه (میلیون ریال)
۱	میز و صندلی	۱۰	۱/۵۰۰/۰۰۰	۱۵
۲	دستگاه فتوکپی	۲	۲۰/۰۰۰/۰۰۰	۴۰
۳	کامپیوتر و لوازم جانبی	۱۰	۱۰/۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰
۴	تجهیزات اداری	۱۰ سری	۱/۰۰۰/۰۰۰	۱۰
۵	خودرو سبک	۵	۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰	۷۵۰
۶	خودرو سنگین	۱۰	۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۵۰۰۰
	مجموع (میلیون ریال)			۵۹۱۵

۵-۱-۵- هزینه‌های خرید حق انشعاب

هر واحد تولیدی برای شروع فعالیت و ادامه آن، نیاز به آب، برق، گاز، ارتباطات و ... دارد. در جدول زیر، هزینه خرید انشعاب‌های برق، گاز، تلفن براساس ظرفیت مورد نیاز واحد تولید فوم منعطف پلی‌اورتان ارائه شده است.

جدول (۲۳): حق انشعاب

ردیف	شرح	واحد	ظرفیت مورد نیاز	قیمت واحد (ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	آب	M ³	۳۰۰۰	-	۱۵۰
۲	برق (سه فاز و تک فاز)	KWH	۱۳۴۰۰۰	-	۱۰۰۰
۳	گاز	M ³	۴۰۰۰۰	-	۱۰۰
مجموع (میلیون ریال)					۱۲۵۰

۵-۱-۶- هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

هزینه‌های قبل از بهره‌برداری شامل مطالعات اولیه، اخذ مجوزها، هزینه‌های آموزش پرسنل و راه‌اندازی آزمایشی و ... می‌باشد که در جدول زیر، برآورد شده است.

جدول (۲۴): هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

ردیف	عنوان	هزینه (میلیون ریال)
۱	مطالعات اولیه و اخذ مجوزهای لازم	۱۰۰
۲	آموزش پرسنل	۱۰
۳	راه‌اندازی آزمایشی	۱۰۰
مجموع (میلیون ریال)		۲۱۰

با توجه به جداول فوق کلیه هزینه‌های ثابت مورد نیاز برای احداث طرح برآورد گردید که در جدول صفحه بعد به‌طور خلاصه کل سرمایه ثابت مورد نیاز طرح ارائه شده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۳۲)

جدول (۲۵): جمع‌بندی سرمایه‌گذاری ثابت طرح

ردیف	عنوان هزینه	هزینه	
		میلیون ریال	دلار
۱	زمین	۵۳۹۰	-
۲	ساختمان‌سازی	۲۵۴۵۰	-
۳	تأسیسات	۸۰۰	-
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۵۹۱۵	-
۵	ماشین‌آلات تولیدی	-	۲۹۸۱۰۰۰
۶	حق انشعاب	۱۲۵۰	-
۷	هزینه‌های قبل از بهره‌برداری	۲۱۰	-
	جمع	۳۹۰۱۵	۲۹۸۱۰۰۰
	مجموع (میلیون ریال)	۶۸۲۲۸	

۲-۵- هزینه‌های سالیانه

علاوه بر سرمایه‌گذاری مورد نیاز جهت احداث و راه‌اندازی واحد، یک سری از هزینه‌ها بایستی به صورت سالانه براساس تولید محصول انجام شود. این هزینه‌ها شامل تهیه مواد اولیه، نیروی انسانی، انرژی مصرفی، هزینه استهلاک تجهیزات، ماشین‌آلات و ساختمان‌ها، هزینه تعمیرات و نگهداری، هزینه‌های فروش محصولات، هزینه تسهیلات دریافتی، بیمه و ... می‌باشد. در جداول زیر هزینه‌های سالیانه هر یک از این موارد برآورد شده است.

جدول (۲۶): هزینه سالیانه مواد اولیه

ردیف	شرح	واحد	محل تأمین	قیمت واحد		مصرف سالیانه	قیمت کل (میلیون ریال)
				ریال	دلار		
۱	کاتالیست (t-Amine)	Kg	خارج	-	۲۵	۱۰۰۰	۲۴۵
۲	دی‌ایزو سیانات تولوئن (TDE)	Kg	پتروشیمی کارون	۱۸۰۰۰	-	۳۸۸۰۰۰	۶۹۸۴
۳	پلی‌ال (پلی‌اتر سه‌عامله)	Kg	خارج	-	۲	۶۶۴۰۰۰	۱۳۰۱۴
۴	سیلیکون	Kg	داخل	۹۰۰۰	-	۵۰۰۰	۴۵
	مجموع (میلیون ریال)						۲۰۳۳۳

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۳۳)

جدول (۲۷): هزینه سالیانه نیروی انسانی

ردیف	شرح	تعداد	حقوق ماهیانه (ریال)	حقوق و مزایای سالیانه معادل ۱۴ ماه (میلیون ریال)
۱	مدیر ارشد	۱	۸/۰۰۰/۰۰۰	۱۱۲
۲	مدیر واحدها	۲	۶/۰۰۰/۰۰۰	۱۶۸
۳	پرسنل تولیدی متخصص	۵	۳/۵۰۰/۰۰۰	۲۴۵
۴	پرسنل تولیدی (تکنسین)	۵	۳/۰۰۰/۰۰۰	۲۱۰
۵	کارگر ماهر	۱۰	۳/۰۰۰/۰۰۰	۴۲۰
۶	کارگر ساده	۲۰	۲/۵۰۰/۰۰۰	۷۰۰
۷	خدماتی	۱۰	۲/۵۰۰/۰۰۰	۳۵۰
مجموع (میلیون ریال)				۲۲۰۵

جدول (۲۸): مصرف سالیانه آب، برق، سوخت و ارتباطات

ردیف	شرح	واحد	مصرف روزانه	قیمت واحد (ریال)	تعداد روز کاری	هزینه سالیانه (میلیون ریال)
۱	برق مصرفی	KWH	۴۵۰	۵۰۰	۳۰۰	۶۷
۲	آب مصرفی	M ³	۲۰	۳۰۰		۳
۳	تلفن	-	-	-		۲۰
۴	سوخت	M ³	۱۳۰	۲۵۰		۱۰
مجموع (میلیون ریال)						۱۰۰

جدول (۲۹): استهلاک سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)	نرخ استهلاک (%)	هزینه استهلاک (میلیون ریال)
۱	ساختمان‌ها، محوطه و ...	۲۵۴۵۰	۵	۱۲۷۲
۲	ماشین‌آلات خط تولید	۲۹۲۱۳	۱۰	۲۹۲۱
۳	تأسیسات	۸۰۰	۱۰	۸۰
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۵۹۱۵	۱۵	۸۸۰
مجموع (میلیون ریال)				۵۱۵۳

جدول (۳۰): تعمیرات و نگهداری سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات مورد نیاز

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)	نرخ تعمیرات و نگهداری (%)	هزینه تعمیرات و نگهداری (میلیون ریال)
۱	ساختمان	۲۵۴۵۰	۵	۱۲۷۲
۲	ماشین‌آلات خط تولید	۲۹۲۱۳	۱۰	۲۹۲۱
۳	تأسیسات	۸۰۰	۷	۵۶
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۵۹۱۵	۱۰	۵۹۱
مجموع (میلیون ریال)		۴۸۴۰		

جدول (۳۱): هزینه تسهیلات دریافتی

ردیف	شرح	مقدار (میلیون ریال)	نرخ سود (%)	سود سالیانه (میلیون ریال)
۱	تسهیلات بلند مدت	۴۰۰۰	۱۰	۴۰۰
۲	تسهیلات کوتاه مدت	۸۰۰	۱۲	۹۶

جدول (۳۲): هزینه‌های سالیانه

ردیف	شرح	هزینه سالیانه (میلیون ریال)
۱	مواد اولیه	۲۰۳۳۳
۲	نیروی انسانی	۲۲۰۵
۳	آب، برق، تلفن و سوخت	۱۰۰
۴	استهلاک ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها	۵۱۵۳
۵	تعمیرات و نگهداری ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان	۴۸۴۰
۶	هزینه تسهیلات دریافتی	۴۹۶۰
۷	هزینه‌های فروش (۲ درصد کل فروش)	۹۰
۸	هزینه بیمه کارخانه (۰/۲ درصد)	۴۰۰
۹	پیش‌بین نشده (۵ درصد)	۱۰۰۰
مجموع (میلیون ریال)		۳۹۰۸۱

۳-۵- سرمایه در گردش مورد نیاز طرح

سرمایه در گردش به نقدینگی اطلاق می‌شود که برای تهیه مواد و ملزومات مورد نیاز در جریان تولید نظیر مواد اولیه، نیروی انسانی و ... هزینه می‌شود و به‌طور کلی شامل سرمایه‌ای است که باید کلیه هزینه‌های جاری واحد تولیدی را پوشش دهد و لازم است در هر زمان در دسترس باشد. مقدار سرمایه در گردش بستگی به توان بازرگانی و مدیریتی واحد تولیدی دارد به‌طور مثال اگر امکان دسترسی سریع به مواد اولیه در هر زمان وجود داشته باشد، نیاز کمتری به سرمایه برای تهیه آن است و برعکس در صورت طولانی بودن فرآیند دسترسی به آن، سرمایه در گردش برای خرید افزایش می‌یابد چراکه لازم است مواد مورد نیاز برای زمان بیشتری سفارش داده شود.

به‌طور معمول حداقل سرمایه در گردش مورد نیاز، معادل ۲۰ الی ۲۵ درصد کل هزینه‌های جاری سالیانه واحد تولیدی (معادل هزینه‌های ۲ الی ۳ ماه) است. این مسأله برای مواد اولیه خارجی که ممکن است فرآیند سفارش و خرید آن طولانی باشد دوازده ماه در نظر گرفته می‌شود تا ریسک توقف خط تولید به علت فقدان مواد اولیه کاهش یابد. در جدول زیر سرمایه در گردش مورد نیاز برای انجام مطلوب جریان تولید محصول محاسبه شده است.

جدول (۳۳): برآورد سرمایه در گردش مورد نیاز

ردیف	شرح	مقدار مورد نیاز	ارزش کل (میلیون ریال)
۱	مواد اولیه داخلی	۲ ماه	۱۱۷۹
۲	مواد اولیه خارجی	۱۲ ماه	۱۳۲۵۹
۳	حقوق و مزایای کارکنان	۲ ماه	۳۶۷
۴	آب و برق، تلفن و سوخت	۲ ماه	۱۶
۵	تعمیرات و نگهداری	۲ ماه	۸۰۰
۶	استهلاک	۲ ماه	۸۶۰
۷	تسهیلات دریافتی	۳ ماه	۱۲۰۰
۸	هزینه‌های فروش، بیمه، پیش‌بینی نشده	۳ ماه	۳۷۰
	مجموع (میلیون ریال)		۱۸۰۰۰

۴-۵- کل سرمایه مورد نیاز طرح

کل سرمایه مورد نیاز برای احداث واحد تولید فوم منعطف پلی‌یورتان شامل دو جزء سرمایه ثابت و سرمایه در گردش است که به‌طور خلاصه در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۳۴): سرمایه‌گذاری کل

ردیف	شرح	ارزش کل (میلیون ریال)
۱	سرمایه ثابت	۶۸۲۲۸
۲	سرمایه در گردش	۱۸۰۰۰
مجموع (میلیون ریال)		۸۷۰۰۰

- نحوه تأمین سرمایه

برای تأمین سرمایه مورد نیاز طرح، از تسهیلات بلندمدت (۲-۵ ساله) برای تأمین ۷۰ درصد سرمایه ثابت مورد نیاز و از تسهیلات کوتاه مدت (۶-۱۲ ماهه) برای تأمین ۵۰ درصد سرمایه در گردش مورد نیاز استفاده می‌شود.

جدول (۳۵): نحوه تأمین سرمایه

سهم سرمایه‌گذاران (میلیون ریال)	تسهیلات بانکی		مبلغ (میلیون ریال)	نوع سرمایه
	مقدار (میلیون ریال)	سهم (درصد)		
۲۰۴۶۸	۴۸۰۰۰	۷۰	۶۸۲۲۸	سرمایه ثابت
۹۰۰۰	۹۰۰۰	۵۰	۱۸۰۰۰	سرمایه در گردش
۲۹۵۰۰	۵۷۰۰۰	مجموع (میلیون ریال)		

۴-۵- شاخص‌های اقتصادی طرح

پس از ارائه جداول مالی سرمایه، هزینه و درآمد، جهت بررسی بیشتر مسائل اقتصادی طرح، لازم است شاخص‌های مهم مرتبط، از قبیل؛ قیمت تمام شده، سود ناخالص سالیانه، نرخ برگشت سرمایه، مدت زمان بازگشت سرمایه، درصد تولید در نقطه سر به سر، درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل، سرانه

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۳۷)

سرمایه‌گذاری ثابت و ... برای متقاضیان سرمایه‌گذاری طرح تولید فوم منعطف پلی‌اورتان محاسبه شود که در ادامه ارائه می‌شود.

– قیمت تمام شده:

$$\text{قیمت تمام شده واحد کالا} = \frac{390810000}{100000} \Rightarrow \text{قیمت تمام شده واحد کالا} = \frac{\text{هزینه سالیانه}}{\text{مقدار تولید سالیانه}} = \text{قیمت تمام شده واحد کالا}$$

ریال ۳۹۰۰۰ = قیمت تمام شده واحد کالا

– سود ناخالص سالیانه:

ریال ۵۹۱۹۰۰۰۰۰ = سود ناخالص سالیانه \Rightarrow هزینه کل – فروش کل = سود ناخالص سالیانه

– درصد سود سالیانه به هزینه کل و فروش کل:

$$\text{درصد سود سالیانه به هزینه کل} = 17\% \Rightarrow \text{درصد سود سالیانه به هزینه کل} = \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{هزینه کل تولید}} \times 100$$

$$\text{درصد سود سالیانه به فروش کل} = 14\% \Rightarrow \text{درصد سود سالیانه به فروش کل} = \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{فروش کل}} \times 100$$

– نرخ برگشت سالیانه سرمایه:

$$\text{درصد برگشت سالیانه سرمایه} = 20\% \Rightarrow \text{درصد برگشت سالیانه سرمایه} = \frac{\text{سود سالیانه}}{\text{سرمایه گذاری کل}} \times 100$$

– مدت زمان بازگشت سرمایه

$$\text{مدت زمان بازگشت سرمایه} = 5 \text{ سال} \Rightarrow \text{مدت زمان بازگشت سرمایه} = \frac{100}{\text{درصد برگشت سالیانه سرمایه}}$$

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۳۸)

– سرمایه‌گذاری ثابت سرانه:

$$\text{ریال } 682000000 = \text{سرمایه‌گذاری ثابت سرانه} \Rightarrow \frac{\text{سرمایه‌گذاری ثابت}}{\text{تعداد کل پرسنل}} = \text{سرمایه‌گذاری ثابت سرانه}$$

– سرمایه‌گذاری کل سرانه:

$$\text{ریال } 862000000 = \text{سرمایه‌گذاری کل سرانه} \Rightarrow \frac{\text{سرمایه‌گذاری کل}}{\text{تعداد کل پرسنل}} = \text{سرمایه‌گذاری کل سرانه}$$

۶- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی و ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده

موادی که به طور عمده در فرایند تولید پلی‌یورتان به کار می‌روند عبارتند از: دی‌ایزوسیانات تولوئن (TDE) و پلی‌ال‌ها. دی‌ایزوسیانات تولوئن با ظرفیتی حدود ۲۰۰۰۰ تن در سال در پتروشیمی کارون در ماهشهر تولید می‌شود. قیمت این ماده در حدود ۱۸۰۰۰ ریال به ازای هر کیلوگرم در نظر گرفته شده است. در سال‌های اخیر قیمت این ماده به موازات افزایش قیمت نفت، این ماده نیز نظیر اکثر مشتقات نفتی گران شده‌اند. پلی‌ال‌ها در کشور تولید نمی‌شوند و برای تأمین آن بایستی آن را از کشورهای تولیدکننده ماده در منطقه نظیر امارات متحده عربی وارد نمود. قیمت این ماده حدود ۲/۱۳ دلار در هر کیلوگرم برآورد شده است.

کاتالیست واکنش تولید فوم منعطف یک T-Amine است که طبق منابع موجود در کشور تولید نمی‌شود. بدین منظور بایستی آن را از کشورهای تولیدکننده وارد نمود. قیمت این کاتالیست در حدود ۲۵ دلار به ازای هر کیلوگرم برآورد شده است. به عنوان پوشش سطح در این فرایند تولید از رزین‌های سیلیکونی استفاده می‌شود. این رزین‌ها با ظرفیت ۲۰۰۰ تن در سال در واحدهای صنعتی در کرج تولید می‌شود. قیمت این ماده حدود ۹۰۰۰ ریال به ازای هر کیلوگرم تخمین زده شده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۳۹)

۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

برای تعیین منطقه مناسب برای تولید، ابتدا بایستی رویکرد واحد تولیدی مشخص شود. این واحد برای ر تامین مصرف داخل در نظر گرفته شده است. حال برای تعیین مکان مناسب برای تولید، بایستی به پارامترهایی از قبیل بازار مصرف و سهولت دسترسی به مواد وارداتی برای تولید توجه داشت. به علت حجم بالای فوم تولیدی و مشکل بودن حمل و نقل بهتر است واحد در نزدیکی بازار مصرف عمده که بیشتر در مرکز کشور متمرکز است قرار گیرد. با توجه به نزدیکی نسبی به ماهشهر و دسترسی ساده به بازارهای مصرف، یکی از مناطق مرکزی و صنعتی از قبیل اصفهان، آذربایجان شرقی، مرکزی، قزوین و قم بدین منظور پیشنهاد می‌شود.

۸- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال

با توجه به آمار تخمین زده شده این طرح بالغ بر ۵۳ موقعیت شغلی به طور مستقیم ایجاد می نماید. با توجه به اینکه یکی از مناطق مرکزی و صنعتی ایران به منظور احداث واحد در نظر گرفته شده است، هیچ مشکلی برای تامین نیروی لازم برای کار در این واحد وجود نخواهد داشت. ترکیب نیروی انسانی و تخصص‌های مورد نیاز در این طرح در جدول زیر ارائه شده است.

ترکیب نیروی انسانی و تخصص‌های مورد نیاز

عنوان شغلی	تعداد- نفر (برای سه شیفت کاری)	تخصص مورد نیاز
مدیر ارشد	۱	کارشناسی یا کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع، مدیریت، مهندس پلیمر با تجربه حداقل ۱۰ سال فعالیت مرتبط
مدیر واحدها	۲	مهندسی پلیمر- صنایع پلیمر با تجربه حداقل ۵ سال فعالیت مرتبط
پرسنل تولیدی متخصص	۵	کاردان یا کارشناس صنایع پلیمر با تجربه حداقل ۳ سال فعالیت مرتبط
پرسنل تولیدی (تکنسین)	۵	کاردان مکانیک و برق با تجربه حداقل ۵ سال آشنایی با دستگاه‌های خط تولید
کارگر ماهر	۱۰	دیپلم با الویت رشته‌های فنی حرفه‌ای و دارا بودن گواهی نامه رانندگی
کارگر ساده و خدماتی	۳۰	دیپلم با گواهی نامه رانندگی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۴۰)

۹- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه - راه آهن - فرودگاه - بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح

ظرفیت‌های مورد نیاز برای آب و برق و گاز این واحد در جداول مربوطه ارائه شده است. از آب علاوه بر استفاده‌های عمومی به عنوان یک ماده پفزا و همچنین خنک‌کننده استفاده می‌شود. گاز نیز تنها به منظور گرمایش و مصارف عمومی در نظر گرفته می‌شود. در ابتدا برای احداث واحد، بایستی حق انشعابی برای این منابع پرداخت شود که این مساله نیز لحاظ شده است. با توجه به اینکه واحد در یکی از شهرک‌های صنعتی احداث می‌شود، امکاناتی از قبیل آب، برق و گاز در اختیار واحد احداثی قرار خواهد گرفت. از لحاظ راه نیز با توجه به واقع شدن این واحد در مناطق مرکزی ایران و رویکرد داخلی واحد، هیچ مشکلی در این زمینه وجود ندارد.

۱۰- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی

- حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی

در اغلب واحدهای تولیدی بخشی از ماشین‌آلات از خارج از کشور تأمین می‌شود. این ماشین‌آلات پس از تست‌های اولیه و عدم مشکلات فنی از طریق گمرک وارد کشور خواهند شد. حقوق گمرکی که در حال حاضر برای این گونه ماشین‌آلات وجود دارد حدود ۱۰ درصد قیمت ماشین‌آلات خارجی می‌باشد. از طرف دیگر واحدهای تولیدی که محصولات آنها به خارج از کشور صادر می‌شود، مستلزم پرداخت حقوق گمرکی می‌باشند. خوشبختانه در سالهای اخیر برای ترغیب تولیدکنندگان داخلی به امر صادرات مشوق‌هایی برای آنها تصویب شده است که باعث شده است حجم صادرات افزایش یابد.

- حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها - شرکت‌های سرمایه‌گذار

یکی از مهمترین حمایت‌های مالی برای طرح‌های صنعتی اعطای تسهیلات بلندمدت برای ساخت و تسهیلات کوتاه‌مدت برای خرید مواد و ملزومات مصرفی سالانه طرح می‌باشد. در ادامه شرایط این تسهیلات برای طرح‌های صنعتی آمده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	صفحه (۴۱)	

۱ - در بخش سرمایه‌گذاری ثابت جهت دریافت تسهیلات بلند مدت بانکی ارقام ذیل با ضریب عنوان شده تا سقف ۷۰ درصد سرمایه‌گذاری ثابت در محاسبه لحاظ می‌شود.

۱-۱- ساختمان و محوطه‌سازی طرح، ماشین‌آلات و تجهیزات داخلی، تأسیسات و تجهیزات کارگاهی با ضریب ۶۰ درصد محاسبه می‌گردد.

۱-۲- ماشین‌آلات خارجی در صورت اجرای طرح در مناطق محروم با ضریب ۹۰ درصد و در غیر این صورت با ضریب ۷۵ درصد محاسبه می‌گردد.

۱-۳- در صورتی که حجم سرمایه‌گذاری ماشین‌آلات خارجی در سرمایه‌گذاری ثابت کمتر از ۷۰ درصد باشد، ارقام اشاره شده در بند ۱-۱ جهت دریافت تسهیلات ریالی با ضریب ۷۰ درصد محاسبه می‌گردد.

۲- این امکان وجود دارد، طرح‌هایی که به مرحله بهره‌برداری می‌رسند سرمایه در گردش مورد نیاز آنها به میزان ۷۰ درصد از شبکه بانکی تأمین گردد.

۳- مدت زمان دوران مشارکت، تنفس و بازپرداخت در تسهیلات ریالی و ارزی را با توجه به ماهیت طرح از نقطه نظر سودآوری و بازگشت سرمایه حداکثر ۸ سال در نظر گرفته می‌شود.

۴- حداکثر مدت زمان تأمین مالی از محل حساب ذخیره ارزی برای مناطق کم توسعه یافته و محروم ۱۰ سال در نظر گرفته می‌شود.

علاوه بر تسهیلات مالی معافیت‌های مالیاتی نیز برای برخی مناطق وجود دارد که به شرح زیر می‌باشد:

۱- با اجرای طرح در شهرک‌های صنعتی، چهار سال اول بهره‌برداری ۸۰ درصد معافیت مالیاتی شامل طرح خواهد شد.

۲- با اجرای طرح در مناطق محروم ۱۰ سال اول بهره‌برداری، شرکت از مالیات معاف خواهد بود.

۳- مالیات برای مناطق عادی (به جز شهرک‌های صنعتی و مناطق محروم) ۲۵ درصد سود ناخالص تعیین شده است.

سایر مشوق‌های مالی نیز به شرح زیر است:

— هزینه حق انتفاع از تأسیسات در شهرک‌های صنعتی با نظر هیئت مدیره شرکت شهرک‌های صنعتی

استان بصورت ۳۰ درصد نقدی و ۷۰ درصد طی ۳۰ قسط (سی ماه) دریافت خواهد شد. در صورتی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	شهریور ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	صفحه (۴۲)	



- که این واحدها زودتر از سی ماه به بهره‌برداری برسند بر اساس موافقت هیئت مدیره شرکت استانی، اقساط باقیمانده بخشوده خواهد شد.
- هزینه‌های انشعاب برق واحدهای متقاضی استقرار در شهرک‌های صنعتی طی اقساط ۵ ساله و بدون بهره دریافت خواهد شد.
- امکان پرداخت ۱۵ تا ۳۰ درصد مبلغ قرارداد بصورت نقدی و پرداخت مابقی در ۱۰ تا ۱۲ قسط سه ماهه (چنانچه کل مبلغ بصورت نقد پرداخت شود، مشمول ۱۲ درصد تخفیف خواهد بود).
- هزینه‌های انشعاب برق واحدها طی اقساط ۵ ساله و بدون بهره دریافت خواهد شد.
- بهره‌برداری که زودتر از جدول زمان‌بندی اجرای طرح به بهره‌برداری برسند پس از تایید شرایط احراز توسط هیئت مدیره شرکت استانی بخشی، از ۵۰٪ اقساط باقیمانده (به نسبت مدت زمان تعجیل در بهره‌برداری) بهره‌مند خواهند شد.

شهریور ۱۳۸۷	گزارش نهایی	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه (۴۳)	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	

۱۱- تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای

جدید

برای جمع‌بندی مطالعات امکان‌سنجی احداث واحد تولید فوم پلی‌یورتان باید به مسائل و مواد متعددی نظیر؛ وجود واحدهای تولید مشابه، طرح‌های تولیدی در دست اجرای مشابه، میزان نیاز کشور، قیمت تمام شده، سوددهی واحد تولیدی، دوره بازگشت سرمایه، امکانات مورد نیاز، دانش فنی مورد نظر و ... توجه کرد. همانطور که در بررسی شاخص‌های اقتصادی طرح دیده می‌شود، طرح سوددهی مناسبی دارد و دوره بازگشت سرمایه آن نیز حدود ۵ سال می‌باشد. کلیه قیمت‌های طرح اعم از دستگاه‌ها و مواد اولیه و ... بر مبنای منبع SRI تخمین زده شده است که در صورتی که بتوان تجهیزات لازم را در داخل تولید نمود، احتمالاً دوره بازگشت سرمایه، تقلیل و سوددهی آن افزایش می‌یابد.

مسئله مهم دیگر در خصوص فوم پلی‌یورتان، تعداد مجوزهای احداث واحد تولیدی این محصول است. به‌طوریکه اگر ده درصد ظرفیت طرح‌های در دست اجرای کنونی تولید فوم پلی‌یورتان، تا سال ۱۳۹۰ به بهره‌برداری برسد، مقدار تولید این محصول، ۵۳۰۰۰ تن بیش از نیاز کشور خواهد شد. چنانچه متقاضیان احداث واحدهای جدید برای یافتن بازارهای جدید و در نتیجه صادرات برنامه‌ریزی نکنند، برای فروش محصولات با مشکل مواجه می‌شوند. بنابراین برنامه‌ریزی در بخش صادرات این محصول از نیازهای مهم سرمایه‌گذاران در سال‌های آینده خواهد بود.

با بررسی مجموع شرایط اقتصادی، احداث واحد تولید فوم پلی‌یورتان، تا مشخص نشدن تکلیف واحدهای در دست اجرای کنونی، توجیه اقتصادی ندارد.

شهریور ۱۳۸۷	گزارش نهایی	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه (۴۴)	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	



۱۲- منابع و مآخذ

- ۱- اداره کل اطلاعات و آمار وزارت صنایع و معادن.
- ۲- مرکز اطلاعات و آمار وزارت بازرگانی.
- ۳- کتاب "مقررات صادرات و واردات سال ۱۳۸۶"، انتشارات شرکت چاپ و نشر بازرگانی.
- ۴- پایگاه اطلاع‌رسانی مرکز آمار ایران.
- ۵- پایگاه اطلاع‌رسانی مرکز پژوهش‌های مجلس جمهوری اسلامی ایران.
- ۶- سازمان توسعه تجارت ایران
- ۷- سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران
- ۸- شرکت ملی پتروشیمی ایران
- ۹- مرجع SRI
- ۱۰- روزنامه سرمایه گذاری
- ۱۱- کتابخانه وزارت صنایع و معادن

شهریور ۱۳۸۷	گزارش نهایی	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه (۴۵)		مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی

ضمیمه ۱- بررسی اقتصادی SRI و ارائه آمار مربوط به تولید فوم منعطف پلی یورتان

POLYURETHANE FOAM SLABSTOCK (FLEXIBLE) VERTICAL PRODUCTION PROCESS

RAW MATERIAL AND UTILITY COST, US \$/KG	UNIT COST	CONSUMPTION/TONNE	\$/KG
RAW MATERIALS			
CATALYST, T-AMINE	3110 \$/KG	0.001 TONNE	3.11
N-ETHYL MORPHOLINE	573 \$/KG	0.002 TONNE	1.15
POLYOL, TRIFUNC POLYETHER	239 \$/KG T	0.66401 TONNE	158.70
SILICONE SURFACTANT	1120 \$/KG	0.00531 TONNE	5.95
STANNOUS OCTOATE	2890 \$/KG	0.00159 TONNE	4.60
TOLUENE DIISOCYANATE	367 \$/KG	0.38845 TONNE	142.56
GROSS RAW MATERIAL COST			316.07
UTILITIES			
COOLING WATER	3.25 \$/M3	2.9209 M3	0.01
ELECTRICITY	7.98 \$/KWH	134.48 KWH	1.07
TOTAL			1.08

PROCESS SUMMARY

Rectangular flexible foam slabstock is produced in a plant operating 8 hours/day, 240 days/year. The vertical production process equipment includes metering units and mixhead used in conjunction with a vertical form tower to produce either round or rectangular blocks as required. The design capacity of 6 million lbs/yr represents formation of a maximum sized bun with sufficient green strength for mechanical handling and cutting after discharge from the form tower. Three raw material feed tanks are required with piping to provide circulation of feed to avoid settling. Flat plate heat exchangers are included in the circulation loops to condition these raw materials for optimum foaming conditions. Additives are metered from additive feed tanks to the mixhead. The mixhead is a low pressure device with multiple feed inlets. It also has a motor driven stirrer and circulation lines for all components. Vertical pin conveyors are located on all four sides of a foam block to carry the foam up the tower. After rising a preset length, the foam is cut and swiveled to a belt conveyor for delivery to storage. The foam blocks are held for a maximum of 16 hours prior to possible shipment to fabricators. A product warehouse is included to provide 5 days of product storage for additional long-term curing.

REFERENCE: PEP Report 10C, P.5.4-5.19 (RMS)

LOCATION : GERMANY PEP COST INDEX-GERMANY : 616 (1US \$ = 0.753 euro)	POLYURETHANE FOAM SLAB		
CAPACITY, THOUSAND TONNES/YR	1.36	2.72	5.44
INVESTMENT, US \$ MILLION			
BATTERY LIMITS	3.61 (0.43)	4.87 (0.48)	6.79
OFF SITES	8.79	13.03	20.11
TOTAL FIXED CAPITAL	12.40 (0.53)	17.90 (0.59)	26.90
PRODUCTION COSTS, US \$/KG			
RAW MATERIALS	316.07	316.07	316.07
BY PRODUCT CREDITS	0.00	0.00	0.00
UTILITIES	1.08	1.08	1.08
VARIABLE COSTS	317.15	317.15	317.15
MAINTENANCE MATERIALS	6.37	4.30	3.00
OPERATING SUPPLIES	1.80	0.90	0.45
OPERATING LABOR (0.657/SHIFT)	18.03	9.01	4.51
MAINTENANCE LABOR	4.25	2.86	2.00
CONTROL LABORATORY	3.61	1.80	0.90
TOTAL DIRECT COSTS	351.21	336.02	328.01
PLANT OVERHEAD	20.71	10.44	5.93
TAXES AND INSURANCE	18.24	13.15	9.89
DEPRECIATION	91.18	65.81	49.45
PLANT GATE COST	481.34	425.93	393.28
G + A. SALES, RES., 10 %	78.81	65.61	57.43
PRODUCTION COSTS			
AT 100% CAPACITY	560.15	491.54	450.71
AT 75% CAPACITY	641.29	549.81	495.37
AT 50% CAPACITY	803.58	666.36	584.70
PRODUCT VALUE (COST + 25 %/YR ROI BEFORE TAXES), US \$/KG			
AT 100% CAPACITY	788.09	656.06	574.33
AT 75% CAPACITY	945.21	769.17	650.20
AT 50% CAPACITY	1259.46	985.40	831.94

POLYURETHANE FOAM SLABSTOCK (FLEXIBLE) VERTICAL PRODUCTION PROCESS

RAW MATERIAL AND UTILITY COST, US \$/KG	UNIT COST	CONSUMPTION/TONNE	\$/KG
RAW MATERIALS			
CATALYST, T-AMINE	2780 \$/KG	0.001 TONNE	2.78
N-ETHYL MORPHOLINE	560 \$/KG	0.002 TONNE	1.12
POLYOL, TRIFUNC POLYETHER	213 \$/KG T	0.66401 TONNE	141.43
SILICONE SURFACTANT	1040 \$/KG	0.00531 TONNE	5.52
STANNOUS OCTOATE	2290 \$/KG	0.00159 TONNE	3.64
TOLUENE DIISOCYANATE	248 \$/KG	0.38845 TONNE	96.34
GROSS RAW MATERIAL COST			250.83
UTILITIES			
COOLING WATER	3.25 \$/M3	2.9209 M3	0.01
ELECTRICITY	8.26 \$/KWH	134.48 KWH	1.11
TOTAL			1.12

PROCESS SUMMARY

Rectangular flexible foam slabstock is produced in a plant operating 8 hours/day, 240 days/year. The vertical production process equipment includes metering units and mixhead used in conjunction with a vertical form tower to produce either round or rectangular blocks as required. The design capacity of 6 million lbs/yr represents formation of a maximum sized bun with sufficient green strength for mechanical handling and cutting after discharge from the form tower. Three raw material feed tanks are required with piping to provide circulation of feed to avoid settling. Flat plate heat exchangers are included in the circulation loops to condition these raw materials for optimum foaming conditions. Additives are metered from additive feed tanks to the mixhead. The mixhead is a low pressure device with multiple feed inlets. It also has a motor driven stirrer and circulation lines for all components. Vertical pin conveyors are located on all four sides of a foam block to carry the foam up the tower. After rising a preset length, the foam is cut and swiveled to a belt conveyor for delivery to storage. The foam blocks are held for a maximum of 16 hours prior to possible shipment to fabricators. A product warehouse is included to provide 5 days of product storage for additional long-term curing.

REFERENCE: PEP Report 10C, P.5.4-5.19 (RMS)

LOCATION : JAPAN PEP COST INDEX-JAPAN : 411 (1US \$ = 120 ¥)	POLYURETHANE FOAM SLAB		
CAPACITY, THOUSAND TONNES/YR	1.36	2.72	5.44
INVESTMENT, US \$ MILLION			
BATTERY LIMITS	3.18 (0.43)	4.28 (0.48)	5.97
OFF SITES	7.72	11.42	17.73
TOTAL FIXED CAPITAL	10.90 (0.53)	15.70 (0.59)	23.70
PRODUCTION COSTS, US \$/KG			
RAW MATERIALS	250.83	250.83	250.83
BY PRODUCT CREDITS	0.00	0.00	0.00
UTILITIES	1.12	1.12	1.12
VARIABLE COSTS	251.95	251.95	251.95
MAINTENANCE MATERIALS	5.61	3.78	2.63
OPERATING SUPPLIES	1.57	0.78	0.39
OPERATING LABOR (0.657/SHIFT)	15.66	7.83	3.91
MAINTENANCE LABOR	3.74	2.52	1.76
CONTROL LABORATORY	3.13	1.57	0.78
TOTAL DIRECT COSTS	281.66	268.43	261.42
PLANT OVERHEAD	13.52	7.15	3.87
TAXES AND INSURANCE	16.03	11.54	6.71
DEPRECIATION	80.15	57.72	43.57
PLANT GATE COST	391.36	344.84	317.57
G + A. SALES, RES., 10 %	66.75	54.35	47.39
PRODUCTION COSTS			
AT 100% CAPACITY	457.11	399.19	364.96
AT 75% CAPACITY	525.65	448.42	402.78
AT 50% CAPACITY	662.72	546.88	478.42
PRODUCT VALUE (COST + 25 %/YR ROI BEFORE TAXES), US \$/KG			
AT 100% CAPACITY	657.48	543.49	473.88
AT 75% CAPACITY	792.81	640.82	548.01
AT 50% CAPACITY	1063.46	835.48	696.26



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان سنجی مقدماتی

فوم پلی اورتان



جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع کوچک و شهرک های صنعتی ایران

POLYURETHANE FOAM SLABSTOCK (FLEXIBLE) VERTICAL PRODUCTION PROCESS

RAW MATERIAL AND UTILITY COST, US \$/KG

	UNIT COST	CONSUMPTION/TONNE	\$/KG
RAW MATERIALS			
CATALYST, T-AMINE	2710 \$/KG	0.001 TONNE	2.71
N-ETHYL MORPHOLINE	528 \$/KG	0.002 TONNE	1.06
POLYOL, TRIFUNC POLYETHER	255 \$/KG T	0.66401 TONNE	169.32
SILICONE SURFACTANT	998 \$/KG	0.00531 TONNE	5.30
STANNOUS OCTOATE	2500 \$/KG	0.00159 TONNE	3.98
TOLUENE DIISOCYANATE	326 \$/KG	0.38845 TONNE	126.63
GROSS RAW MATERIAL COST			309.00
UTILITIES			
COOLING WATER	2.87 \$/M3	2.9209 M3	0.01
ELECTRICITY	6.2 \$/KWH	134.48 KWH	0.83
TOTAL			0.84

PROCESS SUMMARY

Rectangular flexible foam slabstock is produced in a plant operating 8 hours/day, 240 days/year. The vertical production process equipment includes metering units and mixhead used in conjunction with a vertical form tower to produce either round or rectangular blocks as required. The design capacity of 6 million lbs/yr represents formation of a maximum sized bun with sufficient green strength for mechanical handling and cutting after discharge from the form tower. Three raw material feed tanks are required with piping to provide circulation of feed to avoid settling. Flat plate heat exchangers are included in the circulation loops to condition these raw materials for optimum foaming conditions. Additives are metered from additive feed tanks to the mixhead. The mixhead is a low pressure device with multiple feed inlets. It also has a motor driven stirrer and circulation lines for all components. Vertical pin conveyors are located on all four sides of a foam block to carry the foam up the tower. After rising a preset length, the foam is cut and swiveled to a belt conveyor for delivery to storage. The foam blocks are held for a maximum of 16 hours prior to possible shipment to fabricators. A product warehouse is included to provide 5 days of product storage for additional long-term curing.

REFERENCE: PEP Report 10C, P.5.4-5.19 (RMS)

SRI CONSULTING
PEP YEARBOOK 2007

POLYURETHANE FOAM SLAB

LOCATION : U.S.
PEP COST INDEX-U.S. : 788

	1.36	2.72	5.44
CAPACITY, THOUSAND TONNES/YR			
INVESTMENT, US \$ MILLION			
BATTERY LIMITS	2.89 (0.43)	3.89 (0.48)	5.43
OFF SITES	7.02	10.41	16.07
TOTAL FIXED CAPITAL	9.91 (0.53)	14.30 (0.59)	21.50
PRODUCTION COSTS, US \$/KG			
RAW MATERIALS	309.00	309.00	309.00
BY PRODUCT CREDITS	0.00	0.00	0.00
UTILITIES	0.84	0.84	0.84
VARIABLE COSTS	309.84	309.84	309.84
MAINTENANCE MATERIALS	5.10	3.43	2.40
OPERATING SUPPLIES	1.80	0.90	0.45
OPERATING LABOR (0.657/SHIFT)	17.99	8.99	4.50
MAINTENANCE LABOR	3.40	2.29	1.60
CONTROL LABORATORY	3.50	1.80	0.90
TOTAL DIRECT COSTS	341.73	327.25	319.69
PLANT OVERHEAD	19.99	10.46	5.60
TAXES AND INSURANCE	14.57	10.51	7.90
DEPRECIATION	72.87	52.57	39.52
PLANT GATE COST	449.16	400.79	372.71
G + A, SALES, RES., 10 %	70.15	59.14	52.39
PRODUCTION COSTS			
AT 100% CAPACITY	519.31	459.93	425.10
AT 75% CAPACITY	589.25	510.07	463.63
AT 50% CAPACITY	728.12	610.36	540.70
PRODUCT VALUE (COST + 25 %/YR ROI BEFORE TAXES), US \$/KG			
AT 100% CAPACITY	701.48	591.36	523.91
AT 75% CAPACITY	832.14	685.31	595.38
AT 50% CAPACITY	1093.46	873.22	738.32

شهریور ۱۳۸۷	گزارش نهایی	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه (۴۷)		مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

فوم پلی اورتان



جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

ضمیمه ۲- تجهیزات لازم برای خط تولید

POLYURETHANE FOAM SLABSTOCK PRODUCTION VERTICAL PRODUCTION PROCESS

MAJOR EQUIPMENT

CAPACITY: 6 MILLION LB/YR (2,722 T/YR)
FLEXIBLE FOAM
AT 0.22 STREAM FACTOR

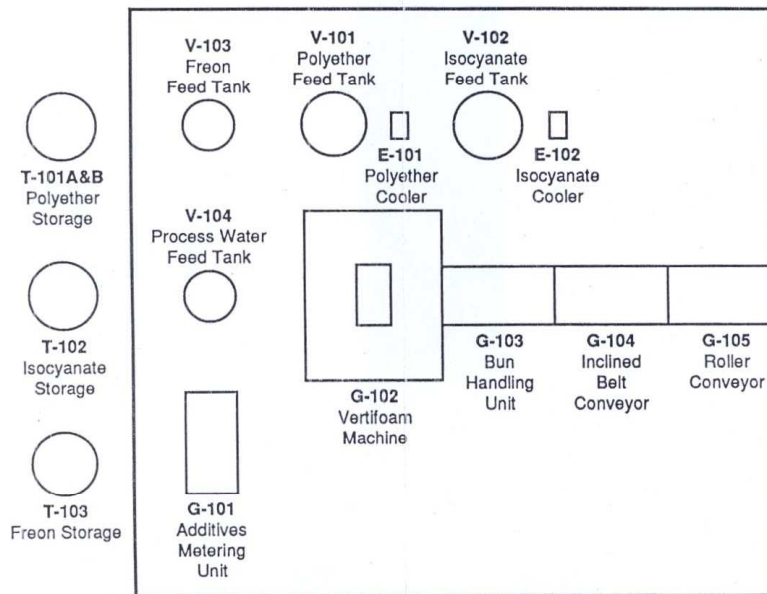
EQUIPMENT NUMBER	NAME	SIZE	MATERIAL OF CONSTRUCTION		REMARKS
REACTORS					
HEAT EXCHANGERS					
		AREA (SQ FT)	HEAT LOAD (MM BTU/HR)	SHELL	TUBES
E-101	POLYETHER COOLER	50	0.12	C.S.	C.S.
E-102	ISOCYANATE COOLER	26	0.05	C.S.	C.S.
PACKAGE UNITS					
G-101	ADDITIVES METERING			C.S.	
G-102	VERTIFOAM MACHINE	7.2FT X 4.2FT		C.S.	
G-103	BUN HANDLING UNIT	7.5FT X 13 FT		C.S.	
G-104	INCLINED BELT CONVEYOR	7.5FT X 13 FT		C.S.	
G-105	ROLLER CONVEYOR	7.5FT X 13 FT		C.S.	
G-106	BUN CRANE	500 LB		C.S.	
G-107	VENTILATION FANS			C.S.	
PRESSURE VESSELS					
		VOLUME (GAL)			
V-101	POLYETHER FEED TANK	2,500		EPOXY LINED	
V-102	ISOCYANATE FEED TANK	1,200		EPOXY LINED	
V-103	FREON FEED TANK	450		C.S.	
V-104	PROCESS WATER FEED TANK	450		C.S.	
TANKS					
		VOLUME (GAL)			
T-101A,B	POLYETHER STORAGE	6,500 EA		EPOXY LINED	INCLUDES HEATING COIL
T-102	ISOCYANATE STORAGE	6,000		EPOXY LINED	INCLUDES HEATING COIL
T-103	FREON STORAGE	2,000		C.S.	
BUILDINGS					
		AREA (SQ FT)			
	PROCESS BUILDING	4,200 FT ²			
	OFFICE BUILDING	1,600 FT ²			
	(INC'L CONTROL LAB)				
	WAREHOUSE	27,000 FT ²			
PUMPS					
	SECTION	OPERATING	SPARES	OPERATING BHP	
	100	15	8	1	

شهریور ۱۳۸۷	گزارش نهایی	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه (۴۸)	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی	

POLYURETHANE FOAM SLABSTOCK PRODUCTION
VERTICAL SLABSTOCK PRODUCTION

PROCESS BUILDING PLOT PLAN

Capacity: 6 million lb/yr (2722 t/yr)



NOTE: Drawing not to scale.

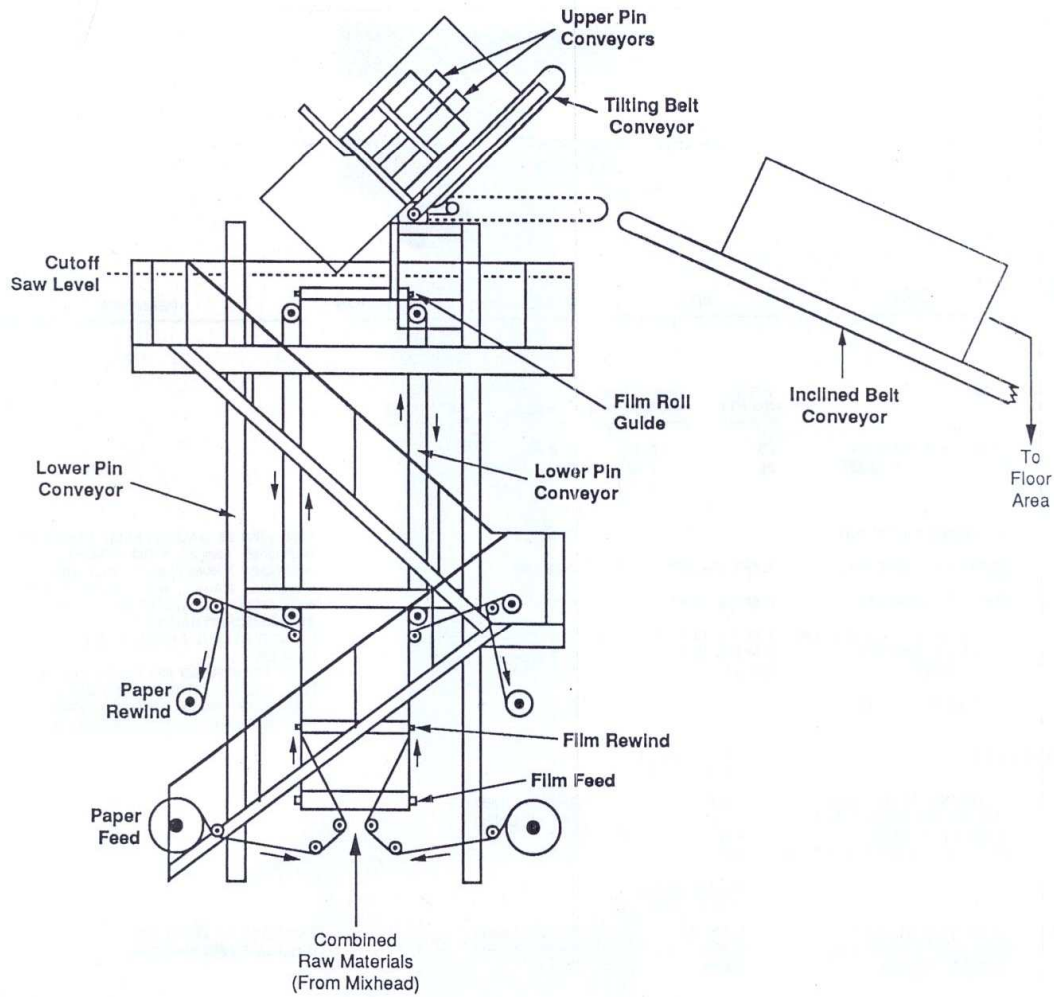
شهریور ۱۳۸۷	گزارش نهایی	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه (۴۹)	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی	

Figure 5.3

POLYURETHANE FOAM SLABSTOCK PRODUCTION
VERTICAL PRODUCTION PROCESS

BLOCK HANDLING SYSTEM

Capacity: 6 million lb/yr (2722 t/yr)



شهریور ۱۳۸۷	گزارش نهایی	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه (۵۰)	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی	