



فرآیند تولیدکاشی و سرامیک در شرکت آپادانا سرام

دفتر فنی و مهندسی

آرشیو فنی

فهرست مطالب

فصل اول

۱- مشخصات محصول

۱-۱- مشخصات فیزیکی و مکانیکی

۲-۱- مشخصات شیمیایی

۳-۱- مشخصات ترمودینامیکی

فصل دوم

۲- روش تولید

۱-۲- از جنبه مواد اولیه

۲-۲- از جنبه نوع دستگاه

۲-۲-۱- فرآیند تولید کاشی دیواری دو پخت

۲-۲-۲- فرآیند تولید کاشی پرسلانی لعابدار

۲-۲-۳- فرآیند تولید کاشی پرسلانی بدون لعاب

فصل اول

مشخصات محصول

۱- مشخصات محصول

بر اساس استانداردهای موجود در داخل ایران برای کاشی و سرامیک گروه های مختلفی از این محصولات از نظر "موسسه تحقیقات و استاندارد صنعتی ایران" مطرح میگردد که مشخصات آنها در جدول شماره ۱-۱ داده شده است.

محصولات در نظر گرفته شده برای این واحد تولیدی سه نوع هستند که کلا" در گروه ۱ و گروه ۴ جدول شماره ۱-۱ جا می گیرند. این محصولات کاشی دیواری لعابدار (کاشی دیواری دوپخت)، کاشی پرسلانی لعابدار (کاشی زجاجی لعابدار) و بالاخره کاشی پرسلانی بدون لعاب (کاشی زجاجی بدون لعاب یا کاشی گرانیته) می باشند. اصطلاح بین المللی رایج برای کاشی پرسلانی لعابدار Glazed Porcelain و برای کاشی پرسلانی بدون لعاب Unglazed Porcelain می باشد.

شماره استاندارد داخلی محصولات فوق در جدول شماره ۱-۲ داده شده است.

جدول ۱-۲ : شماره استاندارد محصولات

ردیف	نوع محصولات	گروه	شماره استاندارد
۱	کاشی دیواری دو پخت	۴	۶۷ و ۲۵
۲	کاشی پرسلانی لعابدار	۱	۶۷ و ۲۵
۳	کاشی پرسلانی بدون لعاب	۱	۶۷ و ۲۵

قابلیت تولید ابعاد مختلف برای سه محصول مورد نظر توسط تجهیزات انتخاب شده مطابق جدول شماره ۱-۳ می باشد.

جدول ۱-۱ - مشخصات فیزیکی و مکانیکی کاشی های کف و دیوار طبق استاندارد ایران

ردیف	مشخصات و ویژگیها	گروه ۱ کاشی با جذب آب خیلی کم	گروه ۲ کاشی با جذب آب کم	گروه ۳ کاشی با جذب آب متوسط	گروه ۴ کاشی با جذب آب زیاد	شماره استاندارد مربوط آزمایشهای بخشی مشخصات
۱	جذب آب	درصد وزنی	درصد وزنی	درصد وزنی	درصد وزنی	۳۹۹۴
	الف : متوسط ب : حداکثر	<۳ ۳/۳	<۶ ۶/۶	<۱۰ ۱۱	<۲۰ ۲۲	
۲	مقاومت خمشی	نیوتن بر میلیمتر مربع	نیوتن بر میلیمتر مربع	نیوتن بر میلیمتر مربع	نیوتن بر میلیمتر مربع	۳۹۹۵
	الف : حداقل ب : متوسط	۲۷ ≥۲۹	۲۰ ≥۲۲	۱۶ ≥۱۸	توضیح (۱) MOHS	
۳	سختی و مقاومت سطح در برابر خراشیدگی	MOHS	MOHS	MOHS	MOHS	۳۹۹۶
	الف : کاشی لعابدار ب : کاشی بدون لعاب	حداقل ۵ حداقل ۶	حداقل ۵ حداقل ۶	حداقل ۵ حداقل ۶	کاشی کف حداقل ۵ کاشی دیوار حداقل ۳	
۴	مقاومت در برابر سایش	حجم ساییده شده (MM ³)	حجم ساییده شده (MM ³)	حجم ساییده شده (MM ³)	حجم ساییده شده (MM ³)	۳۹۹۷
	الف : سایش عمقی کاشی بدون لعاب ب : سایش کاشی لعابدار	حداکثر ۲۰۵ کلاس مقاومت ذکر شود	حداکثر ۳۲۵ کلاس مقاومت ذکر شود	حداکثر ۵۴۰ کلاس مقاومت ذکر شود	— توضیح (۲)	
۵	ضریب انبساط حرارتی طولی از دمای محیط 1/0k بر حسب ۱۰۰.۰ ^o	حداکثر ۹×۱۰ ^{-۶}	حداکثر ۹×۱۰ ^{-۶}	حداکثر ۹×۱۰ ^{-۶}	حداکثر ۹×۱۰ ^{-۶}	۳۹۹۸
	مقاومت در برابر ضربه حرارتی (شوک پذیری)	لازم است	لازم است	لازم است	لازم است	
۷	مقاومت در برابر ترک خوردگی های مویی	لازم است	لازم است	لازم است	لازم است	۴۰۰۰
	لعاب در کاشی های لعابدار	لازم است	لازم است	لازم است	لازم است	
۸	مقاومت در برابر یخ زدگی	لازم است	توضیح (۳)	توضیح (۳)	—	۴۰۰۵
	انبساط طولی کاشی های بدون لعاب (mm/m)	—	—	حداکثر ۰/۶	—	
۹						۴۰۰۴

اعداد ذکر شده در این جدول معرف کارآئی فرایندهای انتخاب شده می باشد. ابعادی که برای تولید در ایران پس از نصب و راه اندازی سیستم در نظر گرفته شده است مطابق جدول شماره ۱-۴ است:

جدول ۱-۳: قابلیت تولید فرایند از نظر ابعاد

ابعاد (mm)	ظرفیت (M ² /Y)	نوع محصول	ردیف
۲۰۰×۳۰۰×۷	۱۰.۰۰۰.۰۰۰	کاشی دیواری دو پخت (لعبدار)	۱
۲۰۰×۲۵۰×۶/۵			
۲۵۰×۳۳۰×۷/۵			
۳۰۰×۴۰۰×۷/۵			
۳۳۰×۴۵۰×۷/۵			
۳۰۰×۶۰۰×۷/۵			
۳۰۰×۳۰۰×۸/۵	۱۰.۰۰۰.۰۰۰	کاشی پرسلانی (لعبدار)	۲
۴۰۰×۴۰۰×۹/۵			
۶۰۰×۶۰۰×۱۰/۵			
۶۰۰×۹۰۰×۱۱			
۳۰۰×۳۰۰×۸/۵	۱۰.۰۰۰.۰۰۰	کاشی پرسلانی بدون لعاب (گرانیتی)	۳
۳۰۰×۶۰۰×۹/۵			
۴۰۰×۴۰۰×۹/۵			
۶۰۰×۶۰۰×۱۰/۵			
۶۰۰×۹۰۰×۱۱			
۶۰۰×۱۲۰۰×۱۲			

جدول ۱-۴: پیش بینی محصولات

ابعاد (mm)	ظرفیت (M ² /Y)	نوع محصول	ردیف
۲۰۰×۳۰۰×۷	۱۰.۰۰۰.۰۰۰	کاشی دیواری دو پخت (لعابدار)	۱
۲۰۰×۲۵۰×۶/۵			
۲۵۰×۳۳۰×۷/۵			
۳۳۰×۴۵۰×۷/۵			
۴۰۰×۴۰۰×۹/۵	۱۰.۰۰۰.۰۰۰	کاشی پرسلانی (لعابدار)	۲
۶۰۰×۶۰۰×۱۰/۵			
۴۰۰×۴۰۰×۹/۵	۱۰.۰۰۰.۰۰۰	کاشی پرسلانی بدون لعاب (گرانیتی)	۳
۶۰۰×۶۰۰×۱۰/۵			

۱-۱- مشخصات فیزیکی و مکانیکی

۱-۱-۱- کاشی کف

این کاشی به علت ویژگی های محل مصرف همواره در معرض ایش و ضربه و فشار است. بنابراین بایستی دارای استحکام مکانیکی مناسبی باشد. کاشی های مزبور اگر از نوع پرسلانی باشند از نظر تقسیم بندی مواد سرامیکی در گروه " stoneware-white " قرار میگیرند. اصطلاح " stoneware " به آن دسته از محصولات سرامیکی گفته می شود که در دمایی بین ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد پخته شده که این امر باعث ذوب مقادیر زیادی از مواد شیشه ساز درون بدنه میگردد. در نتیجه بخش اعظم تخلخل های بدنه محصول از فاز شیشه پر میشود. این بدنه به هنگام سرد شدن دارای تخلخل کم، دانسیته زیاد و استحکام مکانیکی نسبتاً بالائی است. این پدیده برای کاشی های کف از نظر مقاومت مکانیکی و برای کاشی های پرسلانی دیوار که اکثراً در حمام ها استفاده می شود از نظر کاهش نفوذپذیری رطوبت، مطلوب است. مشخصات فیزیکی و مکانیکی این کاشی متناسب با وضعیت حاکم بر هر نقطه تفاوتی دارد. در ایران مشخصات استاندارد و مورد قبول فیزیکی و

شیمیایی کاشی کف در گروه دوم استاندارد ایران به شماره های ۲۵ و ۶۷ قید شده است (جدول ۱-۱).
 جزوه موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مربوط به کاشی). در جدول شماره ۱-۵ برخی
 مشخصات فیزیکی کاشی های کف مطابق استاندارد EN 176
 اروپا داده شده است.

جدول ۱-۵: مشخصات فیزیکی بدنه کاشی کف طبق استاندارد اروپا

En – Requirement 176 BIa	خواص	استاندارد CEN
مقدار	مشخصات ابعادی (تولرانس)	
$S \geq 410 \text{ cm}^2 \pm 0.6\%$	طول و عرض	En 98
$\pm 5\%$	ضخامت	
$\pm 0.5\%$	راستی کناره	
$\pm 0.6\%$	قائمه بودن زوایا	
$\pm 0.5\%$	تراز بودن وجوه	
$E < 0.5\%$	جذب آب	En 99
$> 29 \text{ N/mm}^2$	استحکام خمشی	En 100
$> 6 \text{ MOHS}$	سختی سطح از نظر خراش پذیری	En 101
$< 9 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$	انبساط حرارتی خطی	En 103
باندازه مورد نیاز در هر کاربرد	شوک پذیری (شوک حرارتی)	En 104
باندازه مورد نیاز در هر کاربرد	مقاومت در برابر ترک خوردگی لعاب	En 105
بیشتر از درجه B	مقاومت شیمیایی *	En 122
> 2	مقاومت در برابر زنگ زدگی	En 122
حداکثر ۲۰۵	مقاومت سایشی **	En 154
باندازه مورد نیاز در هر کاربرد	مقاومت در برابر یخ زدگی	En 202

* : مقاومت در برابر اسیدها , قلیایی ها , مواد شیمیایی خانگی و مواد پاک کننده استخرهای شنا.

** : واحد این مشخصه حجم ساییده شده بر حسب mm^3 در زمان مشخص است.

۱-۱-۲- کاشی دیوار

این کاشی ها که به علت جلوه پس از لعابکاری، بدنه سفید هستند عموماً از نوع Earthenware می باشند. این اصطلاح به سرامیکهائی اطلاق میگردد که در دمای حدود ۸۵۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد پخته می شوند. این کاشیها نسبت به کاشی های کف از تخلخل بیشتر و استحکام مکانیکی کمتری برخوردارند زیرا چون اکثراً در دیوار نصب می شوند نیاز به استحکام مکانیکی در حد کاشی کف ندارد، مشخصات فیزیکی - مکانیکی این محصول که در ایران با فرایند دو پخت (مرحله بیسکویت و لعاب) تهیه می شوند بر اساس استاندارد ایران به شماره ۲۵ و ۶۷ گروه ۳ و ۴ (جدول ۱-۱). جزوه موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مربوط به کاشی) مشخص شده است. در جدول شماره ۱-۶ ویژگیهای فیزیکی طبق استاندارد شماره EN 159 اروپا بیان شده است.

جدول ۱-۶: مشخصات فیزیکی بدنه کاشی دیواری طبق استاندارد اروپا

En – Requirement 159 BIa	خواص	استاندارد CEN
مقدار	مشخصات ابعادی (تولرانس)	
±۰/۵ %	طول و عرض	En 98
±۰/۵ %	ضخامت	
±۰/۵ %	راستی کناره	
±۰/۶ %	قائمه بودن زوایا	
±۰/۵ %	تراز بودن وجوه	
≥ ۱۰ درصد	جذب آب	En 99
≥ ۱۵ N/mm ²	استحکام خمشی	En 100
≥ 3 MOHS	سختی سطح از نظر خراش پذیری	En 101
≤ ۹×۱۰ ^{-۶} °C	انبساط حرارتی خطی	En 103
باندازه مورد نیاز در هر کاربرد	شوک پذیری (شوک حرارتی)	En 104
باندازه مورد نیاز در هر کاربرد	مقاومت در برابر ترک خوردگی لعاب	En 105
بالاتر از درجه B	مقاومت شیمیایی	En 122
>۲	مقاومت در برابر زنگ زدگی	En 122

۲-۱- مشخصات شیمیائی

مشخصات شیمیائی محصولات مورد نظر بر اساس استاندارد قابل قبول ایران مطابق جدول شماره ۷-۱ می باشد.

جدول ۷-۱: مشخصات شیمیائی

شماره استاندارد مربوط به آزمایش مشخصات	Requirement	مشخصات و ویژگی ها
۴۰۰۲	حداقل کلاس (۲)	مقاومت در برابر رنگ پذیری کاشیهای لعابدار (کلاس ۱ تا ۳)
۴۰۰۲ ۴۰۰۱	حداقل کلاس B لازم است	مقاومت در برابر مواد شیمیائی خانگی و مواد شستشو کننده مربوط به استخرهای شنا بجز پاک کننده هائی که حاوی اسید فلوریدریک و مشتقات آن هستند. الف: کاشی های لعابدار (کلاس AA تا D) ب: کاشیهای بدون لعاب
۴۰۰۲ ۴۰۰۱	سازنده موظف است کلاس کاشی را مشخص کند لازم است	مقاومت در برابر اسیدها و قلیائی ها بجز اسید فلوریدریک و مشتقات آن الف: کاشی های لعابدار (کلاس AA تا D) ب: کاشیهای بدون لعاب

۳-۱- مشخصات ترمودینامیکی:

اصولا" کاشی ها در محیط هائی با دمای بالا کاربرد ندارند, مشخصات مربوط به عکس العمل آنها در مقابل رطوبت نیز در مشخصات فیزیکی عنوان گردید.

۴-۱- محصولات فرعی:

از جمله محصولات تکمیلی این پروژه قطعات ویژه و پخت سوم و چهارم است (پخت سوم و چهارم مربوط به کاشی های دکوری خاص است) که عمدتا" المان تزئینی کاشی می باشند و معمولا" به صورت عددی یا متری به فروش میرسند. برخی از این قطعات فرم دار بوده و دارای سطح غیر مستوی می باشند یا دارای برش های غیر هندسی هستند که به کمک دستگاههای خاصی تولید می گردند. به این قطعات اصطلاحا" "Special pieces و Trims نیز اطلاق میگردد که بهمراه تولید لعاب در برنامه تولید شرکت آپاداناسرام قرار دارند.

فصل دوم

روش تولید

۲- روش تولید

۲-۱- از جنبه مواد اولیه

مواد اولیه مصرفی برای انواع کاشیهای در نظر گرفته شده در این طرح انواع رسها، کائولن، فلدسپات، سیلیس، کربنات باریم و مواد اولیه فرعی نظیر (Frit)، سیلیکات سدیم، سیلیکات زیرکونیوم، انواع رنگها و غیره می باشد. واد اولیه اصلی مورد نیاز عمدتاً در فاصله اقتصادی از محل در نظر گرفته شده برای کارخانه با کیفیت مطلوب وجود دارند.

۲-۲- از جنبه نوع دستگاهها

فرایند تولید سه نوع محصول ذکر شده به شرح زیر میباشد.

Pre grinding of hard raw materials

* خردایش مواد اولیه سخت

مواد اولیه ذکر شده عمدتاً بصورت سنگ و خاک و کلوخه از معادن دریاغت شده و در این واحد که عمدتاً شامل انواع سنگ شکن ها، بال میل، جدا کننده آهن و ... می باشد خرد و دانه بندی می شود. این واحد به دلیل ایجاد آلودگی و گرد و غبار ترجیحاً دور از سالن تولید و در مکانی واقع در ضلع جنوب شرقی کارخانه در نظر گرفته شده است. مواد خرد شده توسط لودر بارگیری شده و به سیلوهای انبار مواد منتقل می شود.

۲-۲-۱- فرایند تولید کاشی دیواری و دو پخت لعابدار

Batching and mills feeding

الف- توزین و تغذیه

مواد موجود در سیلوها توسط سیستم توزین مداوم و با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری فرموله شده و با نسبت مشخصی مخلوط و ب هسیلوهای روزانه آسیای مداوم منتقل میگردد.

Continuous mills feeding

ب- تغذیه آسیابهای پیوسته

مواد اولیه منتقل شده به سیلوهای روزانه آسیاب پیوسته بهلاوه آب، روانساز و سایر مواد افزودنی که در مخازن جداگانه ذخیره می شوند به نسبتهای مشخص توزین شده و به داخل آسیاب پیوسته منتقل می شود.

Slip preparation

پ- آماده سازی دوغاب

بدلیل اینکه انواع مختلفی از مواد اولیه در اینجا وجود دارد بایستی اختلاط و خردایش این مواد در آسیابهای مخصوصی (عمدتاً گلوله ای) انجام شود. عمل آسیا کردن به منظور رسیدن به یک مخلوط یکدست معمولاً تا دانه بندی ۶۳ میکرون صورت میگیرد. در بدو ورود به آسیای مداوم مواد ذکر شده در بخش "ب" وارد آسیا می شوند تا فرایند خردایش مواد با روش تر (در آسیای گلوله ای با گلوله های سرامیکی) به صورت مداوم انجام گیرد. دوغاب یکدست حاصل از این عملیات پس از عبور از الکهای مخصوص به داخل حوضچه های نگهداری انتقال می یابد.



Continuous mills

Powder spray dryer and storage

ت- اسپری درایر و ذخیره پودر

در این بخش دوغاب ذخیره شده در مخازن زیرزمینی توسط پمپ های پنوماتیکی به مخازن پای اسپری درایر انتقال می یابد. سپس این دوغاب بداخل محفظه اسپری درایر با فشار تزریق می شود. دستگاه اسپری درایر بطور کلی از یک محفظه استوانه ای عمودی تشکیل شده است که ورودی آن قطرات مایع است. جریان مایع تحت فشار از پهلو بداخل محفظه پاشیده شده و به صورت قطرات ریزی در فضای محفظه پراکنده میگردد. جریانی با حجم زیاد هوای داغ از بالا به داخل محفظه دمیده شده که در تماس با این قطرات در اثر انتقال حرارت و انتقال جرم، آب موجود

تبخیر شده و ذرات تقریباً خشک به شکل گرانول در آمده و پس از اتمام عمل خشک شدن گازهای خنک شده و ذرات جامد از هم جدا می شوند. این جدایش در یک سری سیکلون های خارجی با کلکتورهای کیسه ای صورت میگیرد.

گرانول های بدست آمده با دانه بندی و رطوبت مورد نظر توسط نوار نقاله به سیلوهای نگهداری گرانول منتقل می شود و به منظور هموژنیزاسیون ذرات در این سیلوها ذخیره می گردند.



Spray dryer



Silos of granol

Press loading

ث- تغذیه پرس

گرانول های ذخیره شده در سیلوهای نگهداری توسط نوار نقاله به سیلوهای پشت پرس منتقل می گردند.

Pressing and fast drying

ج- پرس و خشک کن سریع

ج-۱- امروزه پرسهای انتخاب شده برای فرایند تولید کاشی دیواری اکثراً پرسهای هیدرولیک

است؛ مزایای این پرسها به شرح زیر است:

- تعمیر و نگهداری کمتر
- سایش نسبتاً کمتر قطعات
- ساخت آسان
- عمر زیاد

پرسهای هیدرولیک جدید اگر ظرفیت تولید بالاتری از پرسهای اصطکاکی نداشته باشند از آنها پایین تر هم نیستند. گرانول تولید شده در اسپری درایر توسط سیستم های انتقال پنوماتیکی به سیلوی روزانه پرس منتقل میگردند و نهایتاً توسط دستگاه پرس در داخل قالب های کاشی فشرده شده و فرم می گیرند. شار مورد نیاز برای شکل دهی محصول کاشی دیواری معمولاً ۲۵۰ الی ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع می باشد. کاشی بلافاصله پس از خروج از دستگاه پرس دارای استحکام خمشی ۸ تا ۱۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشند و به علت واکنش الاستیک مواد در عمل پرس، انبساطی در حدود ۰/۵ تا ۰/۸ درصد خواهند داشت. برای خط تولید کاشی دیواری ۸ دستگاه پرس در نظر گرفته شده است.



Press

ج-۲- خشک کن

کاشی های خروجی از پرس حدود ۵ درصد رطوبت دارند. خشک کردن این نوع محصول در عین سادگی بسیار مهم است. این امر به علت مواد رسی مخصوصی است که با مواد اولیه همراه بوده یا به آنها اضافه می شود. این مواد در حین خشک شدن دارای انقباضی هستند که اگر به آن توجه نشود مشکلاتی بوجود می آورد. مواد پرکننده داخل بدنه کاشی دیواری معمولاً دارای درصد تقریبی از اجزاء زیر هستند:

۲۰ درصد بطور متوسط	- کربنات ها
۲۲ درصد بطور متوسط	- کوارتز
۸ درصد بطور متوسط	- غیره

۵۰ درصد

کل

به این مخلوط شاموت اضافه می شود تا انقباض بدنه ملایم و خطی شد. در اینجا به پیش گرم کن های مجهز به فن نیازی نیست و کاشی های پرس شده با واگن بداخل خشک کن های افقی (یا عمودی) وارد می شوند. گاز گرم خروجی از کوره بیسکویت وارد این خشک کن ها شده و عمل خشک انجام شده و مدت خشک شدن حدود یک ساعت است. محصولات خروجی از خشک کن بطور معمول و متوسط داراری ویژگیهای زیر هستند:

- مقاومت خمشی ۱۸ تا ۲۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- انقباض خشک شدن ۰/۲ تا ۰/۱ درصد
- حداکثر رطوبت باقیمانده $\leq 1\%$

بدنه های خشک شده کاشی پس از خروج از خشک کن به سمت کوره بیسکویت هدایت میگردند.



Drying

بدنه های خشک شده توسط دستگاه بارگیری به داخل رولرباکس ها، جهت ذخیره سازی هدایت می شود. این بدنه ها توسط دستگاه تخلیه رولرباکس در اول کوره بیسکویت شارژ کوره می گردد.

در سیستم های قدیمی معمولاً پخت بدنه کاشی های دیواری در داخل کوره بیسکویت در دمای ۹۸۰ الی ۱۰۵۰ درجه سانتیگراد صورت می گرفت، مدت نگهداری (Soaking-time) محصولات در این درجه حرارت بین ۳۰ تا ۴۰ ساعت بوده است. از واکنش های اصلی انجام شده در این مرحله تجزیه کربنات کلسیم است که از حدود ۹۰۰ درجه سانتیگراد شروع می شود، گاز CO_2 خارج شده از بدنه کاشی دو پدیده زیر را باعث می گردد:

(i): قطعه که در اثر از دست دادن آب باقیمانده (در دمای ۶۰۰ الی ۶۵۰ درجه سانتیگراد) اندکی منقبض شده بود بر اثر خروج گاز CO_2 منبسط شده و در حقیقت اندازه قبلی خود را باز می یابد.

(ii): خروج CO_2 از بدنه باعث تشکیل تخلخل باز در قطعه می گردد. پس از خروج CO_2 از بدنه، CaO باقیمانده شروع به واکنش نموده و آلومینات های سیلسیم میسازد که در حقیقت اینها مواد سازنده بدنه کاشی هستند. محصولات پخته شده در این مرحله بیسکویت نام دارد، که معمولاً دارای مشخصات زیر هستند:

- جذب آب ۱۶ تا ۲۰ درصد
- انقباض پخت ۰/۲ درصد
- مقاومت در برابر خمش ۱۴۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم
- ضریب انبساط حجمی $3\lambda = 10^{-7} \times 220$ تا 190
- رنگ سفید تا عاجی رنگ

کوره های مدرن امروزی رولری و عریض هستند این کوره ها یک طبقه و دو طبقه است. غلتک های نواحی گرم، سرامیکی (از جنس آلومینا یا فیوزسیلیکا) و رولرهای نواحی خنک تر از جنس فولاد ضدزنگ (نسوز) است. در عمل پخت کاشی های دیواری در کوره های رولری کاشیها در یک لایه (کوره های یک طبقه) در داخل کوره حرکت می کنند. سیکل پخت در اینجا حدود ۴۰ الی ۴۵ دقیقه است (در کوره های تونلی قدیمی سیکل پخت حتی ۴۵ تا ۵۰ ساعت نیز بوده است). درجه حرارت پخت در این کوره ها نیز به علت بهبود نسبی ترکیب کاشی بالاتر از قبل است. کوره انتخاب شده برای این واحد طرح، نوع رولری عریض (یک طبقه) می باشد. درجه حرارت پخت در کوره بیسکویت در این طرح ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد است (حداکثر دمای پخت در اینجا ۱۱۲۰ درجه سانتیگراد است). در خط تولید کاشی دیواری ۴ دستگاه کوره رولری پهن برای بیسکویت سازی در نظر گرفته شده است.



Firing - kiln

Handling and storage

خ- حمل و ذخیره سازی بدنه بیسکویت

بدنه های پخته شده توسط دستگاه بارگیری به داخل رولرباکس ها جهت ذخیره سازی هدایت می شود. این بدنه ها توسط دستگاه تخلیه رولرباکس در اول خط لعاب شارژ خط لعاب می گردد.



Handling and storage

Glaze preparation

د- آماده سازی لعاب

لعاب به موادی گفته می شود که شامل اجزاء زیر است :

• فریت:

فریت مخلوطی از مواد معدنی و شیمیائی است که پس از خردایش (حدود ۶۰ تا ۶۳ میکرون) و مخلوط شدن، تا درجه حرارت ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شده بطوریکه به یک جرم آمورف (شیشه ای) تبدیل میگردد.

• کائولن:

این ماده برای تعلیق ذرات فریت و جلوگیری از لخته شدن آن به دوغاب اضافه می شود.

• مواد افزودنی:

این مواد شامل رنگها و سایر موادی است که مشخصات ویژه ای بر سطح کاشی لعاب زده ایجاد می کند.

لعاب مصرفی در خطوط لعاب در بخش تهیه لعاب ساخته می شود که این عمل با اختلاط فریت، آب، مواد افزودنی و لعاب در بال میلهای لعاب و سایش آنها صورت می گیرد و سپس به مخازن نگهداری لعاب منتقل می گردد تا در زمان مقتضی از مخازن مربوطه تخلیه و به کمک مخازن کوچکتر به خطوط لعاب انتقال یابد علاوه بر لعاب معمولاً "رنگهای مصرفی در دستگاه چاپ نیز در این بخش تهیه میگردد.

Glazing

ذ- لعاب زنی

پس از آنکه بدنه کاشی در کوره های بیسکویت پخته شد جهت عملیات لعاب زنی و چاپ و دکور به خطوط لعاب فرستاده می شود. در طول خطوط لعاب، بیسکویت ها پس از طی مراحل اسپری آب، انگوب زنی*، لعاب زنی لبه گیری، چاپ، فیکساتیو و غیره در واگنهای غلتکی ذخیره می شوند تا به کوره های لعاب منتقل گردند.

دستگاه هائی که عمل لعاب زنی توسط آنها صورت میگردد به شرح زیر است:

❖ آبشار لعاب (Waterfall)

این دستگاه برای پاشش لایه ای نازک و یکنواخت از لعاب بر روی بدنه بکار میرود.

❖ CUP

این دستگاه به شکل یک کاسه وارونه است که لعاب روی آن ریخته شده و از لبه های آن روی بدنه کاشی در حال حرکت ریخته می شود.

❖ دیسک

یک دیسک پره پره است که دوغاب توسط حرکت پرتابی (نظیر پمپ سانتریفیوژ) روی بدنه کاشی پاشیده می شود.

❖ تفنگ پاشش (Spray Gun)

این دستگاه برای پاشیدن مقادیر کم لعاب بر تمام سطح یا بصورت موضعی مورد استفاده قرار میگیرد.

❖ دستگاه چاپ سیلک (Silk Screen)

این دستگاه برای زدن نقش مورد نظر بر روی کاشی بکار میرود. این دستگاه برای محصولات چند رنگ بکار می رود.

❖ برس

این دستگاه برای نقش های ویژه نظیر راه راه شدن و مخلوط رنگها بکار می رود.

انگوب (Engobe) عبارت از نوعی آستری از خانواده لعاب است که بین لعاب و بدنه می زنند و نیز زیر کاشیها زده میشود تا کاشی به غلتک های کوره نچسبد.



Glazing line

Handling and storage

ر- حمل و ذخیره سازی بدنه لعاب خورده

بدنه های لعاب خورده توسط دستگاه بارگیری به داخل رولرباکس ها جهت ذخیره سازی هدایت می شود. این بدنه ها توسط دستگاه تخلیه رولرباکس در اول خطوط کوره لعاب شارژ کوره لعاب می گردد.



Handling and storage

Firing

ز- پخت لعاب

کاشی های لعاب خورده و دکور شده در مرحله بعدی وارد کوره پخت لعاب می شوند. این کوره از نوع کوره های رولری و شعله باز هستند. در این کوره ها لعاب به همراه بخشی از سطح بسکویت, ذوب شده و واکنشهای مختلف د سطوح بین لعاب و بسکویت صورت میگیرد. در ابتدا تخلخل های موجود کاهش یافته و فاز شیشه ای بوجود می آید, سپس حبابهای گاز بوجود آمده و حبس شده در تخلخلها خارج شده و به همراه مواد فرار از بدنه خارج می شوند. بدین علت در سطح قطعه حفره های کوچی بوجود می آید که مجدداً توسط فاز شیشه ذکر شده پر می شود. در نهایت یک لایه محافظ توسط لعاب بر روی سطح بوجود می آید که حاوی بلورهای سوزنی شکل مولایت است. این بلورها از دو سر به یکدیگر قفل شده اند (Interlocked) و بهمین جهت باعث چسبیدن

محکم لعاب به بدنه شده و از ایجاد ترک های موئی سح لعاب جلوگیری نموده و یا آنرا کاهش می دهد.

Handling and storage

س- حمل و ذخیره سازی بدنه لعاب خورده

کاشی ها پس از خروج از کوره پخت لعاب توسط دستگاه بارگیری به داخل رولرباکس جهت ذخیره سازی هدایت می شود. این بدنه ها توسط دستگاه تخلیه رولرباکس در اول خطوط دسته بندی شارژ این خطوط می گردد.



Roller box

Sorting and Packing

ش- سورت و بسته بندی

در این خطوط بر اساس مشخصات ظاهری و فیزیکی به گروه ها و درجه بندی های مختلف تفکیک و بسته بندی میگردد. تمام این مراحل در طرح مورد نظر کاملاً اتوماتیک است. جعبه های حاوی کاشی به صورت اتوماتیک توسط دستگاه Palletizer بر روی پالت ها چیده شده و از شرینک شدن به انبار محصول منتقل میگردد.





Sorting and Packing Line

۲-۲-۲- فرآیند تولید کاشی پرسلانی لعابدار

بطور کلی کاشی های پرسلانی لعابدار به دو گروه تقسیم می شوند، یکی با بدنه ساده و دیگری با بدنه رنگی هماهنگ و منطبق با رنگ لعاب مصرفی رویه کاشی، نوع اخیر با توجه به ویژگی خاص آن و قیمتی بالاتر در بازارهای صادراتی مورد توجه است. فرایند زیر مربوط به این گروه از کاشی های پرسلانی لعابدار می باشد.

Batching and mills feeding

الف- مرحله توزین و تغذیه

مراحل توزین و تغذیه، تغذیه آسیابهای پیوسته، تهیه دوغاب و اسپری درایر و خشک کن این خط شبیه فرایند مربوط به تولید کاشی دیواری دوپخت است، لذا از توضیح مجدد پرهیز میگردد.

Powder mixing

ب- مخلوط سازی پودر

تهیه گرانول سفید بدنه (بدون رنگ) بهمراه پودرهای رنگی مختلف معدنی که در سیلوهای مجزائی نگهداری می شوند بروشی کاملاً مکانیزه در دستگاه Dry coloring و با توزین دقیق به آسیا و میکسر منتقل میگردد و پس از اختلاط کامل و رسیدن به رنگ مورد نظر گرانول رنگی آماده به سیلوهای درون پلات فرم ها منتقل می شود. بر اساس نوع محصول تولیدی و افکت های خاص انتخاب و توزین گرانول ها در این مرحله انجام می گیرد و گرانول ها در این مرحله انجام می گیرد و گرانول ها به سیلوهای پشت پرس منتقل می شوند.

Press loading

پ- تغذیه پرس

در این مرحله گرانول های سفید و رنگی فوق در داخل سیلوهای روزانه پرس ذخیره می شوند و توسط دستگاه feeder شارژ پرس می گردند.

Pressing and fast drying

ت- پرس و خشک کن سریع

ت-۱- پرس

در این نوع محصول، ممکن است محصولی با جذب آب بسیار کم (زیر ۰/۱ درصد) نیز حاصل گردد ولی در عمل انقباض پختی باندازه ۷ تا ۸ درصد حاصل می شود. برای رسیدن به فشردگی لازم از پرسهای هیدرولیک استفاده میگردد. فشار مورد نیاز بمراتب از فشار لازم برای شکل دهی کاشی دیواری بیشتر بوده و مقدار آن ۳۴۰ تا ۳۸۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. این عمل بخاطر فشردگی، استحکام بدنه و کاهش انقباض پخت است. کاشی ها بلافاصله پس از خروج از پرس دارای مقاومت شکست ۶ تا ۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بوده و انبساطی بین ۰/۴ تا ۰/۶ درصد دارند (به علت واکنش الاستیک مواد تحت پرس). ۹ دستگاه پرس برای خط تولید کاشی پرسلانی لعابدار در نظر گرفته شده است.

ت-۲- خشک کن

عمل خشک کردن در این فرایند توسط خشک کن های مختلفی صورت میگیرد. در این نوع محصولات چون مقادیر زیادی مواد رسی ویژه به همراه مواد غیر پلاستیک نظیر کائولن (به عنوان پرکننده) وجود دارد انقباض خشک شدن زیاد نبوده بدین علت خشک شدن در این بدنه ها آسانتر انجام می شود.

در اینجا پرکننده ها یا مواد نیمه پلاستیک با ترکیب زیر وجود دارند:

- کوارتز	۶ تا ۳۵ درصد
- فلدسپات	۲۹ تا ۴۹ درصد
- کائولن	۱۱ تا ۴۰ درصد

کل ۶۵ تا ۸۶ درصد

این روزها خشک کن های سریع ترجیح داده می شود. جایگزینی خشک کن های سریع درست در زمانی بود که کوره های پخت تونلی قدیمی جای خود را به کوره های رولری (Roller-Kiln) دادند.

مواد خشک کننده معمولاً دارای ویژگیهای زیر هستند:

- مقاومت مکانیکی: ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- انقباض خشک شدن: ۰/۱ درصد
- حداکثر رطوبت باقیمانده: کمتر از ۱ درصد

Glazed preparation

ث- آماده سازی لعاب

این بخش از لحاظ انواع دستگاهها تفاوتی با بخش آماده سازی لعاب کاشی دیواری ندارد و تنها تعداد دستگاهها و ظرفیت آنها متفاوت است.

Glazing

ج- لعابزنی

لازم بذکر است که پخت در اینجا یک مرحله ایت و بدنه های خروجی از خشک کن با رطوبت زیر ۱ درصد به خطوط چاپ و لعاب منتقل می شوند. دمای کاشی های پس از خروج از خشک کن و ورود به خطوط لعاب باید ۸۰ تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد باشد. عملیات لعاب زنی و چاپ دکور مشابه با کاشی دیواری دو پخت است و تنها مشخصات دستگاهها تا حدودی متفاوت است.

Handling and storage

چ- حمل و ذخیره سازی

بدنه های لعاب خورده توسط دستگاه بارگیری به درون رولرباکس هدایت می شوند و پس از مدت زمان لازم توسط دستگاه تخلیه شارژ کوره می شوند.

Firing

ح- پخت

چون جذب آب محصول نهائی در گروه کاشی های پرسلانی زیر ۰/۵ درصد است، لذا دمای پخت کوره و لعاب نسبت به کوره پخت کاشی دیوار بالا بوده و معمولاً به حدود ۱۲۲۰ تا ۱۲۵۰ درجه سانتیگراد و سیکل پختی حدود ۴۰ تا ۶۰ ساعت بود.

همانطور که قبلاً نیز عنوان گردید مخلوطهای Stonware، غنی از مواد زودگداز هستند؛ بهمین جهت در پخت به دمای نسبتاً بالائی نیاز دارند تا مقادیر زیادی فاز مایع ایجاد گردد. این فاز مایع تخلخل ها را پر کرده و در سرد شدن، جسم متراکمی می سازد. دلیل استحکام قطعات Stonware نیز همین مطلب است. کوره های مناسب براس تولید کاشی پرسلانی از کیفیت و کارائی بالاتری نسبت به کوره های پخت کاشی های کف معمولی و کاشی های دیواری برخوردارند. محصولات پخته شده پس از خروج از کوره های پخت معمولاً دارای مشخصات زیر هستند:

- جذب آب : ۰/۱ تا ۰/۰۱ درصد
- انقباض پخت : ۶ تا ۸ درصد
- استحکام خمشی مکانیکی: ۴۸۰ تا ۵۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- رنگ اصلی بدنه: سفید- سفید عاجی

برای خط تولید کاشی پرسلانی لعابدار ۵ کوره رولری پهن در نظر گرفته شده است.

Handling and storage

خ- حمل و ذخیره سازی

کاشی خای پخت شده در این مرحله توسط دستگاه بارگیری باکس پالت به درون باکس پالت هدایت می شوند و پس از مدت زمان لازم برای ذخیره سازی توسط دستگاه تخلیه باکس پالت شارژ خطوط سورت و بسته بندی می گردند.

Sorting and Packing

د- دسته بندی و بسته بندی

این بخش برای کلیه محصولات پرسلانی و دیواری مشابه است و تنها تعداد خروجی های دستگاه دسته بندی بیش از مشابه دیواری خود می باشد. مشابه کاشی دیواری محصولات در این قسمت پس از دسته بندی وارد Palletizer جهت بسته بندی می شوند. در این قسمت ۴ عدد دستگاه کالیبراسیون ابعاد که متصل به خطوط سورت و بسته بندی می باشند نیز وجود دارند که با قسمت گرانیتهی به صورت مشترک استفاده می شوند.

۲-۲-۳- فرایند تولید کاشی پرسلانی بدون لعاب (گرانیتی)

این کاشی ها که اصطلاحاً "به کاشی گرانیتی موسوم هستند از نظر تقسیم بندی جزو کاشی های پرسلانی بدون لعاب محسوب می شوند. این نوع محصول یکی از پیچیده ترین و پر تنوع ترین محصولات کاشی و سرامیک است که پروسه تولید آن به شرح ذیل می باشد:

Batching and mills feeding

الف- مرحله توزین و تغذیه

مراحل توزین و تغذیه، تغذیه آسیابهای پیوسته، تهیه دوغاب و اسپری درایر و خشک کن این خط شبیه فرایند مربوط به تولید کاشی دیواری دوپخت و پرسلانی لعابدار است، لذا از توضیح مجدد پرهیز میگردد. البته در تولید انواع محصول کاشی گرانیتی با بدنه رنگی، از گرانول های رنگی که از اختلاط دوغاب پایه با دوغاب رنگی درون میکسر پشت اسپری درایر بدست می آیند استفاده می شود.

Dense color preparation

ب- تهیه دوغاب رنگی

دوغاب رنگی ذکر شده از اختلاط رنگدانه و دوغاب پایه درون بال میلهای ناپیوسته در این واحد به دست می آید.

Powder mixing

پ- مخلوط سازی پودر

در این قسمت گرانول های رنگی ذخیره شده در سیلوها توسط تخلیه کننده شارژ سیلوهای متحرک می شوند. این سیلوها توسط ماشین TGV طبق برنامه و بطور کاملاً مکانیزه به دستگاههای مربوطه جهت ایجاد گرانول های خاص هدایت می شوند.



Siloes mobile



TGV

Granulation

ت- گرانول سازی

سیلوهای متحرک گرانولها را به دستگاه گرانول ساز در ان واح منتقل می کنند و گرانولهای درشت جهت طرح خاص (بند "د") که در ذیل توضیح داده شده است تولید می شوند. زیر مجموعه های این گروه از نظر پروسه تولید به صورت زیر تقسیم بندی می شوند:

۱- کاشی گرانیته تک رنگ

این نوع کاشی ساده ترین محصول در این گروه است که با تولید دوغاب رنگی و تبدیل آن به گرانول رنگی تولید می شود. تفاوتی که در پروسه تولید دوغاب وجود دارد آن است که دوغاب باید به کمک دستگاه مخصوصی با دوغاب رنگی استاندارد مخلوط می شود تا از تلفیق آنها دوغاب رنگی مورد نظر تهیه شده و سپس توسط اسپری درایر تبدیل به گرانول رنگی آماده جهت انجام عمل پرسکاری شود. پس از خشک شدن در خشک کن های عمودی بدون آنکه نیازی به خط لعاب باشد، تولید به کوره رفته و پس از پخت در حالیکه میزان جذب آب آن زیر ۰/۵ درصد است به خطوط پولیش زنی منتقل میگردد. در خطوط پولیش زنی سطح رویه کاشیها توسط دستگاههای

مخصوصی صیقل داده می شوند و ابعاد کاشی نیز یکسان فرض می‌گردد. فرش کردن دیوار یا کف ساختمانها با این نوع کاشی به علت بهتر جفت شدن درزها اکثراً بدون اشکال است.

۲- کاشی گرانیتی فلفل نمکی

تفاوتی که در فرایند تولید این گروه از محصول انواع تک رنگ وجود دارد این است که گرانول های متعدد که قبلاً توسط اسپری درایر تهیه و در سیلوهای مجزا نگهداری می شوند. دقیقاً و بطور اتوماتیک توزین شده و توسط میکسر مخصوصی کاملاً مخلوط می شوند، آنگاه به سیلوهای روزانه پرس منتقل می گردند. بدن ترتیب در محصول نهائی دانه های رنگی کوچک نظیر نمک و فلفل های رنگی در زمینه کاشی گرانیتی قابل رویت می باشد. بقیه فرایند مشابه کاشی گرانیتی تک رنگ است.

۳- کاشی گرانیتی رگه دار

در روش تولید این محصول پودرهای مختلف رنگی به صورت مجزا به همراه گرانول های رنگی با دانه بندی های مختلف در قسمت پشت پرس به نحوی مخلوط می گردند که رگه های خاصی با حالت سایه و روشن در کاشی بوجود آید. سایر مراحل فرایند شبیه ردیف های "۱" و "۲" است.

۴- کاشی گرانیتی با دانه های بزرگ

در این روش به کمک دستگاه های مخصوص گرانولها و دانه های رنگی کوچک تبدیل به دانه های بزرگ رنگی شده و از اختلاط آنها با گرانول زمینه. طرحهای گرانیتی بسیار زیبا و متنوعی ایجاد می‌گردد.

تفاوت این روش با سایر رشهها تنها در قسمت ساخت دانه های رنگی می باشد و سایر مراحل فرایند نظیر روشهای قبلی است.

۵- کاشی گرانیتی با طرح نمکهای محلول

این گروه از محصولات از نظر عمومی مشابه ردیف "۱" یعنی کاشی گرانیتی تک رنگ می باشد ولیکن پس از خشک کن، کاشیها توسط دستگاه چاپ با استفاده از نمکهای محلول دکور می شوند، بطوریکه می توان رگه های مرمری شکلی را در داخل بدنه ایجاد نمود که پس از پولیش

شدن سطح کاشی نیز این رگه ها با جلوه خاصی حفظ می شوند. سایر مراحل تولید مشابه ردیفهای قبل می باشد.

۶- جلوه های ویژه (Special – Effects)

برای اجرای جلوه های ویژه از دستگاههایی برای تغذیه پرس به نام **Twinpress, Double feeding** استفاده می شود که می تواند طرحهای خاصی را در سطح رویی کاشی ایجاد نماید و در عین حال با بدنه کاشی نیز کاملاً هماهنگ گردد.

گرانول های مورد نظر با افکت های خاص همراه با گرانول های پایه توسط سیلوهای متحرک و ماشین های TGV شارژ سیلوهای پلات فرم ها می شوند و طبق برنامه و بصورت کاملاً مکانیزه به داخل سیلوهای پشت پرس می روند. ۹ دستگاه پرس به اضافه یک دستگاه پرس دو تغذیه ای (جمعا ۱۰ دستگاه) و ۵ دستگاه کوره رولری بهن برای خط تولید کاشی گرانیته در نظر گرفته شده است.

کاشی ها پس از خروج از کوره توسط سنسورهای خاص به دو دسته قابل پولیش و غیر قابل پولیش تقسیم می شوند. دسته قابل پولیش وارد خطوط پولیش می گردند و پس از عملیات پولیش که همان لایه برداری سطحی برای رسیدن به سطحی صاف و آینه ای می باشد وارد خطوط دسته بندی می شوند و بسته بندی می گردند. دسته غیر قابل پولیش نیز وارد خطوط دسته بندی شده و بسته بندی می شوند.



Polishing line

لیست دستگاهها و تجهیزات شرکت آپادانا سرام

Dosing system	سیستم توزین
Continues ball mill	بال میل دوغاب
Conveyor	نوار نقاله
Stirrer	همزن
Spray dryer	خشک کن دوغاب (تهیه گرانول)
Silos	سیلوها
Sacmi feeding press	تغذیه پرس زاکمی
Pump	پمپ
Press	پرس
Vertical dryer	خشک کن عمودی
Vibration sieves	الکهای ویبره
Lb equipment	تجهیزات LB
Dust collector	دستگاه غبارگیر
Glazing line	خط لعاب
Horizontal dryer	خشک کن افقی
Tank for glaze preparation	مخازن تهیه لعاب
Tank for glazing line	مخازن خط لعاب
TGV	دستگاه جابجایی رولرباکس
Kiln	کوره
Loading & unloading	تخلیه و بارگیری
Rotocolor	دستگاه چاپ روتو کالر
Roller box	باکس رولری
Polishinh line	خط پولیش
Squaring	پولیش
Water treatment	سیستم تصفیه آب پولیش
Wet scraber	رطوبت گیر
Sorting line	خط سورت
Pallet finish line	خط بسته بندی پالت
Paletizer	دستگاه پالتایزر
Packing line	خط بسته بندی
Oil filter	فیلتر روغن
Chiler	چیلر
Burner & pot	مشعل و دیگ
Batch ball mill	بال میل تهیه لعاب
Air filter	فیلتر هوا
Metso equipment	تجهیزات پیش خریدیش (metso)